COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-DIX-SEPTIÈME

JUILLET — DÉCEMBRE 1883.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1883

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JUILLET 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce la nouvelle perte douloureuse que l'Académie vient de faire dans la personne de M. *Maillard de la Gournerie*, Membre libre de l'Académie, et il ajoute :

« M. de la Gournerie est mort subitement dans la soirée du lundi 25 juin. Nous lui avons rendu les honneurs funèbres le vendredi suivant. L'inhumation n'ayant pas lieu à Paris, aucune parole n'a été prononcée. Cependant, de ce côté, rien ne sera perdu.

» Averti de sa fin prochaine par des signes précurseurs, M. de la Gournerie a formulé ses derniers vœux.

» On lui avait rapporté que M. Bertrand sut captiver l'Académie, lorsqu'il exposait, il y a dix ans, les titres qui justifiaient sa candidature; il a exprimé le désir que notre Secrétaire perpétuel voulût bien faire le discours d'usage, qui, n'étant pas lu sur la tombe, pourrait du moins être entendu dans cette enceinte et imprimé. — M. de la Gournerie possédait au même degré la mémoire du cœur et le tact de l'esprit.

» Notre regretté Confrère a pensé, d'autre part, qu'à un de ses collègues du corps des ingénieurs des Ponts et Chaussées, à un témoin de toute sa

carrière, appartenait le soin de retracer les circonstances de sa vie et de parler de l'ensemble de ses travaux. Ainsi M. Léon Lalanne se charge de rédiger une Notice sur l'œuvre entière de M. de la Gournerie, l'ingénieur éminent dont le nom reste attaché aux grands travaux des ports du Croisic et de Saint-Nazaire.

» M. Bertrand a de suite accepté la tâche que lui imposait le vœu de notre regretté Confrère. »

Notice sur les travaux de M. de la Gournerie; par M. **Bertrand.**

« Jules Maillard de la Gournerie, Membre libre de l'Académie des Sciences, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Professeur à l'École Polytechnique et au Conservatoire des Arts et Métiers, a eu, dès le début de sa carrière, l'heureuse fortune de mériter, par ses premiers travaux, la confiance, l'estime et l'amitié des chefs les plus éminents de son corps.

» Chargé, sous les ordres de Léonce Reynaud, de construire le phare de Bréhat sur le rocher des Héaux, découvert seulement à marée basse, il devint géomètre par devoir; imaginant en artiste ses surfaces de pierre, l'habile architecte qui était son chef faisait naître par leur rencontre des courbes gracieuses et nouvelles. Exercé aux épures classiques, le jeune aspirant n'y trouvait rien à imiter : à des problèmes nouveaux il fallait des méthodes nouvelles. La Gournerie accepta la tâche : sans conseil, sans aide, sans ralentir les travaux, il prépara pour chaque contre-maître, en temps utile et en vraie grandeur, la description géométrique de la pierre qu'il devait tailler.

» Signalé par ce premier succès, le jeune ingénieur eut à exécuter au port du Croisic une digue exposée à la mer sur une longueur de 860^{m}. Reprenant une idée ancienne de Coulomb, il sut se montrer assez original dans l'exécution, assez inventif dans sa lutte contre les efforts de la mer, assez judicieux dans le compte rendu de ses travaux, pour mériter la plus haute approbation de l'Académie et obtenir une médaille d'or décernée par les souscripteurs des *Annales des Ponts et Chaussées*.

» Aux travaux du Croisic succédèrent ceux de Saint-Nazaire; la création du bassin à flot est l'œuvre capitale de La Gournerie comme ingénieur. Les habitants de cette ville, transformée et enrichie, associent encore aujourd'hui, dans un même souvenir reconnaissant, le nom de Jules de la Gournerie à celui de son chef éminent, Jégou d'Herbeline.

» Lorsque, en 1849, la chaire de Géométrie descriptive devint vacante

à l'École Polytechnique, Léonce Reynaud, membre du Conseil d'instruction, se souvint du jeune collaborateur de Bréhat qui maniait si habilement, au sortir de l'école, les méthodes qu'on n'y enseignait pas. Il pouvait répondre de sa science. La Gournerie seul en savait les lacunes; il accepta cependant, mais avec hésitation, des fonctions pour lui si nouvelles. C'était un changement de carrière; ne transigeant jamais avec un devoir, le jeune professeur voulut, dans l'intérêt même de ses élèves, joindre dans la chaire, au souvenir de la tradition polytechnique et à l'expérience de l'ingénieur, l'autorité incontestée du savant. Ses études, ses travaux et ses découvertes géométriques ne devaient désormais cesser qu'avec sa vie.

» Préoccupé de l'art de l'ingénieur, c'est sur des problèmes relatifs aux constructions qu'il voulut s'exercer d'abord. Ses études persévérantes sur les arches biaises resteront un modèle de savoir, de sentiment exact des besoins de la pratique et d'une érudition attentive à rendre à tous complète justice. Il y joint à d'élégants théorèmes, dignes de l'attention des géomètres, des règles précises et d'utiles conseils. La reconnaissance des ingénieurs, pour la seconde fois, a décerné une médaille d'or à l'auteur de ce travail, qui a enrichi leurs *Annales*.

» Lorsque la confiance du Conseil de l'École Polytechnique chargea La Gournerie du cours de Géométrie, la science du jeune ingénieur sur la perspective, qu'il devait enseigner, se bornait au souvenir un peu effacé des dix ou douze leçons reçues à l'École. La Gournerie aurait pu aisément les retrouver et les reproduire, mais il n'était pas homme à mesurer ses études aux besoins rigoureux de son enseignement. Il voulut s'élever plus haut et connaître les traditions des artistes pour les comprendre et les juger. Ses persévérantes études, appréciées et mises chaque année à profit par les professeurs de l'École des Beaux-Arts, forment peut-être la partie la plus originale de son œuvre et la plus digne de conserver, dans l'histoire de la Science, le souvenir d'une carrière si bien remplie.

» La Science n'est pas toujours la compagne de l'art, les peintres en conviennent volontiers et comptent sur leurs yeux et sur leurs souvenirs, plus que sur un tracé géométrique, pour placer, en composant un tableau, chaque détail à sa place véritable; observateur curieux des chefs-d'œuvre consacrés par l'admiration, La Gournerie, appliquant la règle et le compas sur les plus précieuses gravures, osa prendre les plus grands maîtres en flagrant délit d'erreur géométrique; sans grande irrévérence, on pouvait le prévoir. Notre confrère ne s'en tint pas là, il corrigea les fautes et s'aperçut qu'en pliant le dessin à la Géométrie il en diminuait la force et la grâce;

les épures plus d'une fois lui donnèrent des contours inadmissibles. La pratique des artistes, en dépit du verdict de la Science, était donc judicieuse et sans reproche. C'est avec raison qu'ils refusent de condamner le spectateur d'un tableau à se fixer en fermant un œil au véritable et seul point de vue; pour que la perspective soit de ce point parfaite, il importe cependant qu'elle ne devienne pas choquante en un autre. L'étude scientifique de ces concessions nécessaires de la Science faisait l'originalité des leçons de La Gournerie : elle est un des grands mérites du beau livre qui les résume.

» La Gournerie, plus d'une fois, s'affranchissant des applications, s'est exercé à la Géométrie pure. Ses études sur les surfaces réglées tétraédrales, sur les lignes spiriques et sur les singularités des courbes planes, ont attiré l'attention des géomètres et provoqué leurs recherches. L'un des plus illustres de ce siècle, M. Cayley, a enrichi de notes précieuses les principaux Mémoires géométriques de M. de la Gournerie, et si l'on me permet d'emprunter ici au *Journal des Savants* quelques lignes dont notre excellent confrère a bien voulu se dire reconnaissant, j'ajouterai que les intéressantes remarques de M. Cayley, placées à la fin de chaque Mémoire de M. de la Gournerie, ont été à la fois un ornement pour son livre et, pour notre savant compatriote, le témoignage non moins précieux que dignement mérité de l'estime particulière du grand géomètre.

» La Gournerie avait le juste sentiment de sa valeur et des services rendus pendant sa longue et active carrière; mais, n'ayant jamais pris la parole devant l'Académie, il se croyait peu connu d'elle. Sans cacher à ses amis le prix qu'il attacherait au titre de membre de l'Institut, il hésitait à poser sa candidature. Sa santé chancelante lui conseillait la retraite : il songeait à se retirer en Bretagne où l'appelaient des souvenirs d'enfance et ses intérêts de famille. Quand la Commission chargée par vous, en 1873, de préparer une élection, fit vers lui, par une exception bien rare, une démarche reçue avec autant de reconnaissance que d'étonnement, il hésita quelques jours et, changeant ses plans d'avenir, il offrit à l'Académie et à la Science tout ce qui lui restait d'activité et de force.

» Vous avez pu, depuis dix ans, le connaître et l'apprécier. Excellent ami, esprit élevé, toujours bienveillant et toujours juste, chez ses confrères de l'Institut comme chez ses collègues du haut enseignement et ses camarades des Ponts et Chaussées, il laissera de longs regrets et un ineffaçable souvenir. »

M. **Dumas** fait connaître à l'Académie la perte considérable qu'elle vient d'éprouver en la personne de M. *William Spottiswoode*, président de la Société royale de Londres.

« M. Spottiswoode, que ses fréquentes visites à Paris avaient rendu très populaire parmi les savants français, appartenait à une très ancienne famille écossaise, dont une des branches, transplantée aux États-Unis, a produit aussi des hommes remarquables. Né à Londres le 11 janvier 1825, il fit à Oxford et à Baillol des études distinguées et remplaça, dès 1847, son père, Andrew Spottiswoode, dans ses fonctions d'imprimeur de la Reine.

» M. Spottiswoode était bien le type de cet ordre de savants que la France possédait autrefois et qui paraissent appartenir aujourd'hui presque exclusivement à l'Angleterre, sachant mener de front les intérêts d'une grande fortune ou d'une industrie considérable et les recherches les plus délicates de la Science. Homme d'affaires très pratique, il donnait à la Science pure tous ses loisirs, comme Sir John Lubbock et M. Warren de la Rue.

» Loisirs fertiles qui ont procuré à notre temps des travaux de premier ordre, interrompus trop tôt, mais dont la liste remplirait de longues pages.

» Les premières productions scientifiques de M. Spottiswoode, venant après un Ouvrage sur l'Astronomie de l'Inde et une relation de voyage dans la Russie orientale, furent publiés en 1847, sous le titre de *Meditationes analyticæ*. Depuis cette époque, il a produit un grand nombre de travaux remarquables. Quelques-unes des méthodes de son invention sont devenues classiques en Mathématiques. On a dit de lui qu'il était la symétrie incarnée, et ce trait caractéristique se retrouve dans ses belles recherches sur la lumière polarisée et sur certaines formes de décharges électriques auxquelles son nom reste associé.

» Dans ses conférences, suivies par un public d'élite, il savait rendre la science populaire sans la vulgariser. Dans toutes les compagnies qui se l'étaient associé, ses manières sympathiques et une simplicité naturelle de bon goût lui avaient assuré les plus sincères affections.

» Les relations de M. Spottiswoode avec les ouvriers de son grand établissement étaient des plus cordiales; ils ont perdu, en lui, un véritable ami. Sa perte a été vivement sentie dans toutes les classes de la société.

» Tous les honneurs ont été accordés à M. Spottiswoode pendant sa vie et l'Angleterre a voulu qu'après sa mort la cathédrale de Westminster

lui offrît un tombeau. C'est l'hommage le plus élevé que l'Angleterre puisse accorder aux plus distingués de ses fils. »

M. d'Abbadie annonce à l'Académie le décès de M. le général *Sabine*, Correspondant de l'Académie dans la Section de Géographie et de Navigation, et rappelle ses principales recherches scientifiques.

« Né à Dublin, E. Sabine entra, dès l'âge de quinze ans, dans l'artillerie royale et commanda en 1814 les batteries de siège du fort Erie sur la frontière du Canada. Sans quitter l'armée, il s'adonna ensuite aux observations scientifiques et fut élu en 1818 à la *Royal Society*, dont il fut nommé secrétaire ensuite et qu'il a présidée plus tard, pendant dix ans, jusqu'en 1871. Il fit partie de l'expédition de Ross dans les mers arctiques et, en 1819, il accompagna le célèbre Parry dans son second voyage. C'est alors qu'il inaugura ce système d'observations suivies qui ont donné une si grande impulsion à l'étude du magnétisme terrestre.

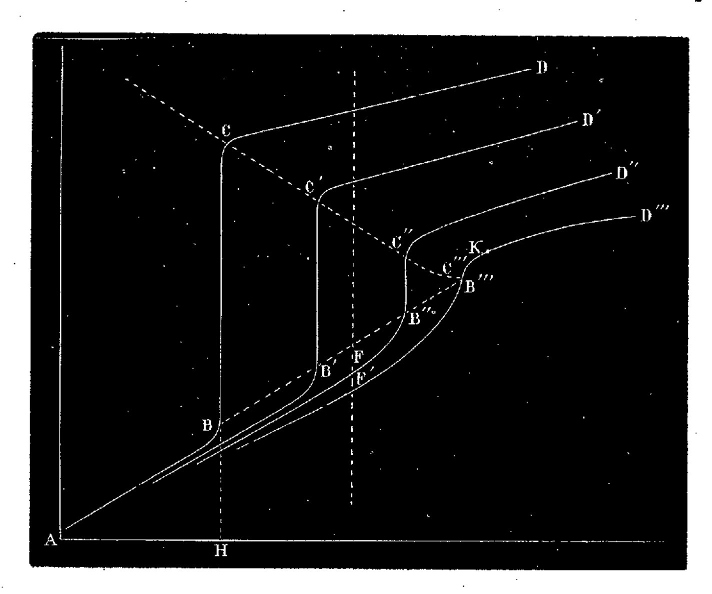
» Sabine a observé le pendule dans plus de douze stations éloignées, depuis la terre glacée du Spitzberg jusqu'aux plages chaudes et malsaines de Sierra Leone. Dans la mer des Antilles il fut l'un des premiers à déterminer les températures des profondeurs océaniques. Aussi infatigable à rédiger qu'à observer, Sabine a publié plus de cent travaux scientifiques dont plusieurs, consacrés au magnétisme, forment des volumes considérables. Ennobli par l'Angleterre reconnaissante et élu Correspondant dans notre Section de Géographie et de Navigation, le général *Sir* Edward Sabine est mort, plein de jours, dans sa quatre-vingt-quinzième année. »

PHYSIQUE. — *Sur la compressibilité et la liquéfaction des gaz;* par M. J. Jamin.

« Au lieu d'énoncer la loi de Mariotte en disant que les volumes sont en raison inverse des pressions, il est plus simple d'exprimer que la densité d'un gaz est proportionnelle à sa pression, ce qui se construit par une droite, la plus simple de toutes les lignes, et met graphiquement en évidence les moindres irrégularités de la loi. Je vais tout d'abord appliquer ce mode de notation aux expériences d'Andrews relatives à la liquéfaction de l'acide carbonique et montrer qu'elles justifient numériquement les idées que j'ai développées dans la séance du 21 mai dernier.

» Ces expériences ont été faites aux températures de 13°,1, 21°,5,

31°,1, 32°,5, 35°,5. A 13°,1, la courbe des densités se compose de trois parties distinctes AB, BC, CD : AB représente la densité à l'état gazeux ; elle s'étend de zéro à 49^{atm} ; elle est convexe par rapport à l'axe des x ; la densité croît plus vite que la pression, la compressibilité est excessive et s'exagère jusqu'en B. En ce point B, on voit un brusque change



ment de direction : c'est le moment où le gaz, ayant atteint la pression maxima, commence sa liquéfaction qui se poursuit et se complète jusqu'en C, moment où tout le gaz a disparu. La densité CH du liquide formé est beaucoup plus grande que celle du gaz BH. A partir de C, un nouveau changement brusque se montre dans l'allure de la courbe qui devient concave. La compressibilité a diminué tout à coup en C et continue ensuite de décroître lentement : c'est celle du liquide au moment de sa formation. Rien n'est plus net que ces phénomènes : l'acide carbonique se comporte comme la vapeur d'eau, le liquide formé se sépare nettement de l'atmosphère gazeuse, parce qu'il est beaucoup plus lourd, et le premier changement brusque C accuse le moment précis où la liquéfaction commence.

» Les mêmes changements d'allure se retrouvent aux températures suivantes : en B' à 21°, en B'' à 31°,1, en B''' à 35°,5. En chacun de ces points, la tension du gaz est maxima et la liquéfaction commence. Il faut tout d'abord justifier cette conclusion.

» Regnault et Andrews, séparément et par des méthodes différentes, ont mesuré les pressions maxima de l'acide carbonique liquide à des températures croissantes jusqu'à 31°. Elles sont concordantes, sensiblement proportionnelles aux températures et se construisent par une droite que l'on peut sans erreur probable prolonger jusqu'à 35°. Or ces tensions maxima sont sensiblement égales aux abscisses des points B, B', B'': ces points figurent donc en réalité le moment où la liquéfaction commence.

Température	13°,1	21°,5	31°,2	32°,5	35°,5
Tensions maxima H	44^{atm}	60,1	77,0	80,0	83,9
Abscisses des points B	49	60,7	75,6	78,5	83,2

» La liquéfaction se réalise en effet aux pressions indiquées quand les températures sont de 13° ou 21°; mais à 31°,2 elle ne se voit plus : on a atteint le point critique. Elle ne se voit pas davantage à 32°,5 ni à 35°,5 ni à aucune température supérieure. Cependant, elle doit se faire et il faut chercher pourquoi elle ne se montre pas. Les points B, B', B'' s'alignent sur une courbe presque droite qui s'élève progressivement; de même, les points C, C', C'' se trouvent sur une ligne qui est descendante et qui rencontre la première approximativement en B''', C'''; cela veut dire que la densité minima du liquide au moment de sa formation est d'abord très supérieure à la densité maxima du gaz au moment où il se liquéfie, mais que la différence entre ces deux densités diminue quand la température s'élève et que vers 35° cette différence est nulle; d'où il suit qu'à des températures inférieures à 35° le liquide doit se former et se rassembler au fond du vase par excès de poids et que, au delà de 35°, il peut encore se former, mais ne peut plus se séparer du gaz, parce que cet excès lui manque.

» Il n'est même pas nécessaire que les densités soient rigoureusement égales pour que la séparation cesse de se faire : il suffit qu'elles soient peu différentes; en effet, la force qui sollicite l'unité de volume liquide à tomber est égale à la différence des densités $D - d$ et le rapport de ce poids à celui du gaz est $\frac{D - d}{d}$. J'ai calculé ce rapport dans les expériences d'Andrews et j'ai trouvé, comme il suit, qu'à 13° le liquide est près de cinq fois plus dense que le gaz, tandis qu'à 35° il ne pèse plus que les 6 centièmes; on peut croire que c'est une force insuffisante pour produire sa séparation et que, le point critique théorique étant en réalité vers 35°, la liquéfaction

cesse expérimentalement de s'accomplir à une température moindre, qu'Andrews a fixé à 31° :

		13°,1	21°,5	31°,5	32°,5	35°,5
Température		13°,1	21°,5	31°,5	32°,5	35°,5
Densité	du liquide D	475	432	336	319	304
	du gaz d	85	110	210	241	286
Rapport $\frac{D-d}{d}$		4,6	2,9	0,60	0,36	0,06

» Pour nous confirmer dans les idées que je soutiens, cherchons comment se dilate une masse gazeuse qui a dépassé son point critique, par exemple entre 31,1 et 35,5; il suffit pour cela de mener des lignes verticales, telles que F, F' : elles rencontrent les deux courbes de densité en des points F, F' qui correspondent à la même pression, à des températures différentes et à des densités D, D' qu'on mesure sur les courbes.

» On a la relation

$$\frac{D}{D'} = 1 + a(t' - t)$$

ce qui permet de calculer le coefficient de dilatation a. Comme on le verra par le Tableau suivant, il atteint des valeurs énormes, ce qu'on savait déjà; mais il éprouve dans ses variations des particularités très instructives entre $75^{atm},6$ et 76^{atm} : il s'élève brusquement de 0,0821 à 0,2716, ce qui serait inexplicable si l'on n'admettait qu'à $75^{atm},6$ et à 31°,1 le gaz est en réalité liquéfié, bien qu'il ait l'apparence gazeuse, et qu'en passant à la température de 35,5 il reprend l'état gazeux, ce qui entraîne une dilatation subite et énorme; de même, entre 82^{atm} et $83^{atm},4$, ce coefficient décroît tout à coup de 0,1314 à 0,0703, c'est-à-dire de près de moitié; cela ne peut s'expliquer que si l'on sait qu'à $83^{atm},4$ la matière a atteint son état liquide aux deux températures de 31°,1 et de 35°,5 et qu'alors c'est l'acide maintenu liquide qui se dilate sans changer d'état avec un coefficient devenu beaucoup plus petit tout à coup.

Pression H.	Coefficient a.	Pression H.	Coefficient a.
65	0,0175	82	0,13114
70	0,0277	83,4	0,0703
75	0,0687	84	0,0559
75,6	0,0821	85	0,0468
76	0,2716	87	0,0343
78	0,2438	90	0,0277
80	0,1882	95	0,0018

» On peut se demander maintenant si le liquide se constitue réellement

avec ses propriétés ordinaires au milieu d'une atmosphère gazeuse dont il ne pourrait se séparer, n'ayant pas d'excès de densité, et où il nagerait comme un brouillard : il est plus probable qu'il y a dans le vase une masse homogène qui n'est plus tout à fait à l'état de gaz, parce qu'elle a pris tout à coup une densité très grande, qui n'est pas encore tout à fait liquide, parce qu'elle conserve une grande dilatabilité et une grande compressibilité, mais qui offre des propriétés intermédiaires ; elle n'en a pas moins subi une transformation évidente de l'état physique, que nous continuerons de considérer comme une liquéfaction. Cette manière de voir n'est pas incompatible avec les expériences de MM. Cailletet et Hautefeuille, faites avec l'huile de galbanum.

» L'étude détaillée des courbes de densité, après qu'on a dépassé la température critique, va justifier cette manière de voir. On a calculé de 2^{atm} en 2^{atm} la valeur de $D' - D$, c'est-à-dire les augmentations successives de densité pour des excès de compression égaux, ce qui a donné :

Pression..	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100
D′ — D..		10	11	12	13	31	38	72	27	15	13	9	8	7	7	5

Il est bien évident que, de 82^{atm} à 84^{atm}, le gaz éprouve un accroissement rapide et considérable de densité. C'est à ce moment qu'il change d'état : c'est une véritable liquéfaction, bien qu'elle ne soit pas révélée par le rassemblement d'un liquide. Avant 81^{atm}, c'était un gaz ; après, c'est un liquide. Mais ce qu'il faut remarquer, c'est que cette transformation est préparée à l'avance par une compressibilité croissante du gaz et qu'elle est suivie après par un phénomène inverse pour le liquide. Le passage de l'un à l'autre état est rapide, il n'est pas brusque. Il l'est de moins en moins, et il se fait à des pressions de plus en plus fortes, à mesure que la température s'élève.

» Lorsque Regnault fit ses célèbres expériences, il trouva que l'acide carbonique offrait une compressibilité croissante, qui devait forcément aboutir à une liquéfaction. Dans ses belles recherches, Andrews a montré que cette liquéfaction devenait impossible au delà d'une certaine température ; il s'est arrêté là. Il aurait pu tirer de ses expériences une conséquence importante qui lui a échappé, et sur laquelle je vais appeler l'attention. A 35°, 5, la courbe des densités est figurée par $AB'''D'''$; elle est d'abord convexe jusqu'à 83^{atm} : cela veut dire que la compressibilité est excessive et croissante jusqu'en $D''C''$. Arrivés là, nous trouvons un point d'inflexion, un changement de courbure. Au point de contact K de la courbe avec sa

tangente, menée du point A, le quotient $\frac{D}{H} = \frac{1}{vH}$ est maximum; la compressibilité est la plus grande possible. A partir du point K, $\frac{D}{H} = \frac{1}{vH}$ va en diminuant; la compressibilité décroît lentement; à la limite, elle est nulle. Ce changement, qui a échappé à Andrews, est général; il se retrouve pour tous les gaz. M. Cailletet, au grand étonnement des savants et par des appareils qui lui permirent de porter les pressions jusqu'à 700^{atm}, découvrit que, pour l'oxygène et l'azote, le produit vH va d'abord en diminuant, atteint une limite minima, puis croît de nouveau. Depuis cette époque, M. Amagat, par des méthodes analogues et des expériences d'ailleurs bien faites, a confirmé les résultats de M. Cailletet, et les a étendus à l'acétylène, au formène et à l'oxyde de carbone. Ces résultats sont exactement ceux que je viens de signaler comme conclusion des expériences d'Andrews. La courbe des densités offre donc avec tous les gaz le même caractère : toujours elle est convexe à des pressions basses, toujours elle est concave aux pressions les plus hautes, toujours elle a un point d'inflexion intermédiaire. Il faut maintenant, en suivant l'interprétation des idées que je produis, y ajouter que ce point d'inflexion est un point de liquéfaction.

» A l'appui de ces assertions, je transcris les valeurs de $D' - D$ de 10^{atm} en 10^{atm} pour l'oxygène, d'après M. Amagat, à la température de $0°,3$. On reconnaîtra les mêmes variations que pour l'acide carbonique pris à $35°,5$, avec cette différence que le point d'inflexion ou de liquéfaction est moins accusé. Il se place entre 100 et 110^{atm} :

Pressions init.	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190
D' − D.......	″	76	77	77	78	78	79	79	82	83	77	78	78	78	77	76	75	75

» J'ai construit également les courbes des densités d'après les expériences de M. Amagat pour diverses matières, et trouvé les nombres suivants pour la pression du point de liquéfaction ou d'inflexion et du point K de compressibilité maxima.

	Point d'inflexion.	Point H.
	atm	atm
Oxygène	102	130
Formène	95	127
Éthylène	67	83
Azote	55	109
Hydrogène	0	0

» Considérons, en particulier, l'un de ces gaz, par exemple l'oxygène; le point de liquéfaction se place à 102^{atm}, celui de compressibilité maxima

à 130^{atm}. A une température plus élevée ces deux points se reculeraient à des pressions plus hautes; ils se rapprocheraient de l'origine par un refroidissement. Pour une température suffisamment basse, le point K pourrait différer très peu de cette origine, et alors l'expérience ne donnerait que la portion de courbe qui suit le point k. Elle accuserait toujours une compressibilité par défaut et décroissante. Or, c'est le cas de l'hydrogène. N'est-on pas en droit de conclure qu'à la température ordinaire, et sous les pressions qui atteignent à peine 3 ou 4^{atm}, l'hydrogène a dépassé son point d'inflexion, et que, par conséquent, il est liquide. Quelque inattendue que paraisse cette conclusion elle satisferait à la loi de continuité et ferait rentrer l'hydrogène, jusque-là si embarrassant, dans les conditions générales de compressibilité des gaz. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les tornados du 30 mai 1879 au Kansas, États-Unis;* par M. **Faye.**

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie ([1]) le 16 octobre dernier, sur l'important Catalogue des 600 tornados observés en Amérique dans le cours de ce siècle, j'avais émis l'opinion que les tornados simultanés, tels que les 13 tornados du 30 mai 1879, devaient appartenir à un même mouvement tournant traversant à cette époque le territoire des États-Unis. Le Rapport détaillé de M. Finley sur les tornados des 29 et 30 mai dans le Kansas, le Missouri, la Nebraska et l'Iowa est venu confirmer cette appréciation. C'est du reste un fait général qu'on a fréquemment constaté, pour les orages, en Europe, comme en Amérique. Ainsi M. Mohn dit ([2]) :

« La plupart des orages de nos contrées se produisent lorsqu'un mouvement tournant passe sur un pays. Comme la direction constante des vents en temps d'orage le montre (sud-sud-ouest), ils se forment dans la partie sud-est du cyclone, là où l'air est chaud et humide. »

» Pour donner à l'Académie une idée de l'importance de ces questions, je ne puis mieux faire que de traduire un court extrait du Rapport de M. Finley, dont l'enquête énumère 42 morts, 185 blessés, 262 maisons détruites et un nombre encore plus grand de granges, d'étables, etc. rien que pour la journée du 30 mai 1879.

([1]) *Comptes rendus,* t. XCV, p. 660.

([2]) *Grundzüge der Meteorologie,* p. 323.

« Bien que les ravages des tornados aient été souvent plus désastreux » dans d'autres États, l'effet moral produit sur les habitants, au Kansas » surtout, par ceux du 30 mai, n'en a pas moins été terrible. Longtemps » après la catastrophe ils hésitaient à se coucher; nuit après nuit, des » centaines de personnes restaient habillées, leurs lanternes allumées, » craignant de subir de nouvelles attaques.

» A l'aspect du moindre nuage un peu sombre, au premier souffle de » vent un peu fort, la terreur se peignait sur le visage des plus braves.

» Bien des gens se préparaient à quitter le pays. Pendant des mois en- » tiers les affaires furent suspendues. Il ne restait guère d'activité et d'ini- » tiative qu'au sein des comités de secours : ceux-ci fonctionnèrent, il faut » le dire à l'honneur de ces malheureux États, avec un zèle et une géné- » rosité admirables. Mais, dans ces Comités même, chacun se demandait » si la région n'était pas particulièrement exposée aux tornados, et jus- » qu'à quel point? La question pouvait-elle être résolue par le *Signal office* » *Bureau?* Le Bureau du *Signal office* accordait-il une attention suffisante » à ces phénomènes si menaçants pour la sécurité du pays? Était-il en état » de donner des avertissements au pays pour l'année prochaine? Per- » mettez-moi, ajoute M. Finley, en parlant au général A. Myer, de faire » remarquer qu'il serait avantageux de charger un observateur spécial » de résider à Kansas-City, pendant les mois de mai, juin et juillet. De là » il communiquerait aisément avec la vallée du bas Missouri; il recevrait » de Washington les informations nécessaires sur la situation météorolo- » gique générale, et adresserait ses prévisions à toutes les stations télégra- » phiques de la vallée. Le Kansas a déjà son bureau météorologique, » mais on reconnaît que celui-ci n'est qu'un facteur de la grande orga- » nisation centrale; pour étudier les tornados d'une manière spéciale, il » faut étendre les recherches au pays tout entier et connaître l'état de » l'atmosphère bien au delà des limites de quelques États. C'est au chef si » actif du *Signal service* qu'il appartient de donner à cette enquête l'exten- » sion nécessaire, afin de préserver les intérêts agricoles d'un des États » de l'Union les plus récemment peuplés, mais déjà des plus productifs. »

» Le moment est donc venu où les populations terrifiées des États-Unis se tournent vers les météorologistes officiels et leur demandent ce qu'ils peuvent faire pour elles.

» En Europe, nous sommes bien moins exposés qu'aux États-Unis à ces effrayants phénomènes; mais je n'ai pu lire les navrants détails du Rapport précité sans éprouver le désir de dire quelque chose d'utile à ces

populations si fortement éprouvées. Comme M. Finley, je pense qu'il est avant tout nécessaire d'avoir une idée exacte de l'origine et du mécanisme de ces tornados. Malheureusement les idées qui règnent à ce sujet aux États-Unis, comme ailleurs, dérivent d'un préjugé dont j'ai eu plus d'une occasion de constater la ténacité. On croit en effet que ces phénomènes tiennent à l'état météorologique des couches inférieures de l'atmosphère, de celles où sont placés nos instruments d'observation. La première théorie [1] à laquelle a conduit ce préjugé a dû céder devant la masse de faits recueillis aux États-Unis; elle y est abandonnée aujourd'hui; mais on tend à la remplacer par une autre qui, malgré sa tournure plus scientifique, ne me semble guère plus acceptable. Après avoir étudié dans les cartes du *Signal service* la situation générale, aux États-Unis, des couches inférieures par rapport à la température, l'humidité, le point de rosée, etc., on a remarqué qu'à l'époque de ces tornados les cartes synoptiques présentent constamment une opposition très marquée entre deux moitiés du territoire de l'Union. Au nord, la température est basse, les vents viennent du nord ou du nord-ouest et sont froids. Dans la région du sud au contraire, les vents du sud ou du sud-est sont chauds et chargés d'humidité. C'est au conflit de ces vents qu'on attribue la formation des tourbillons de grêle et les tornados eux-mêmes, qui ne seraient autre chose que le prolongement des premiers descendant jusqu'au sol.

» Il ne me paraît pas possible que ces vents entrent en conflit direct, que ce conflit puisse engendrer des tourbillons réguliers, persistants, et que la différence de leurs températures donne lieu à la formation des grêles qui ont partout précédé ou suivi, le 30 mai, l'apparition des tornados. D'ailleurs la concomitance des tornados avec la répartition susdite de l'humidité, de la température et des vents résulte tout naturellement de ce que ceux-ci se forment au bord sud-ouest d'un grand mouvement cyclonique préexistant et parcourant le pays tout entier [2]; cette disposition météorologique n'est pas la cause des tornados.

---

(1) On a imaginé que l'air en contact avec un sol surchauffé par les rayons solaires, et rendu plus léger que les couches supérieures, se fait quelque part une issue à travers ces couches et s'élève en produisant, sur la couche inferieure seulement, une aspiration, un tirage énergique. L'air de cette colonne ascendante se dilate dans les régions supérieures, se refroidit et produit, par la condensation de ses vapeurs, les nuages de pluie ou de grêle qui couronnent son extrémité supérieure. (Voir Mohn, *Grundzüge der Meteorologie*, p. 313 et 314.)

(2) Ainsi que le constate M. Finley lui-même en disant que *every tornado almost inva-*

» Je crois avoir prouvé, au contraire, que les tornados sont dus, comme les tempêtes et les orages, à des tourbillons descendants à axe vertical, ayant leur origine, non pas en bas dans les couches d'air où nous vivons et dont nous notons d'ordinaire le calme profond, mais dans les courants supérieurs de l'atmosphère dont la direction n'a rien de commun avec les faibles vents régnant auparavant à la surface de la terre. Sans doute leur aspect physique peut changer d'une contrée à l'autre, ou dans la même contrée avec les saisons, suivant le degré d'humidité ou de sécheresse des couches d'air qu'ils traversent en descendant, et surtout suivant l'abondance ou la rareté des cirrhus charriés dans les courants supérieurs, et alors ils se présentent sous l'aspect de tornados de poussière comme dans l'Asie centrale, l'Afrique, le Mexique, ou de grêle et de pluie comme aux États-Unis et en Europe; mais leur nature mécanique est toujours la même. La force vive qu'ils apportent en bas, au contact des obstacles du sol, a en haut son origine; elle est puisée dans les courants aériens des hautes régions; après l'avoir emmagasinée dans les lentes gyrations d'un vaste entonnoir, ils la concentrent en bas dans des spires circulaires descendantes de plus en plus étroites. Leur vitesse de translation, leur direction sont justement celles de ces courants, et chaque fois que dans un de ces fleuves supérieurs il se forme un ou plusieurs tourbillons à axe vertical, il se produit au-dessous et en avant une faible baisse barométrique qui s'annonce en bas quelque temps d'avance.

» C'est en partie sur ce dernier phénomène que sont fondées l'étude et la prévision des grands mouvements auxquels on a donné le nom de *cyclones*. Le trajet d'un cyclone plus ou moins caractérisé, en Europe et aux États-Unis, est aussi annoncé en certains cas, en été surtout, par une sensation particulière : la température s'élève, l'atmosphère est oppressive. En été, ces signes sont les avant-coureurs des orages qui vont se déclarer, surtout au sud-est de la trajectoire centrale du cyclone. Dans les pays voisins de l'origine de ces cyclones, vers 30° ou 35° de latitude, les tourbillons partiels qui produisent ces orages descendent souvent jusqu'au sol : ce sont les *tornados*. Mais rien ne saurait nous dire longtemps d'avance si un grand mouvement tournant qui passe et qui amène des averses sur son parcours portera sur un de ses flancs des orages à grêle et si, parmi ces orages à grêle, il se formera un tornado. C'est aux habitants prévenus

---

riably takes place in the southwest quadrant of an area of comparatively low pressure. Voir *Report of* 600 *tornadoes*, p. 17.

par le service météorologique du passage d'un grand mouvement tournant, avertis par leurs propres sensations de la proximité d'un orage, de faire guetter le tornado dès sa formation et de prendre leurs mesures.

» Quelques observateurs postés sur des clochers ou sur des collines un peu élevées peuvent les voir de loin, à 20 *miles* au moins de distance, et les signaler autour d'eux trente ou quarante minutes avant leur arrivée. Mais il faut que la vigie connaisse bien la figure particulière que prend alors le nuage élevé où se trouve l'embouchure du tornado, qu'elle sache sur quelle partie de l'horizon elle doit porter ses regards ; en un mot, qu'elle ait une notion exacte du phénomène. La preuve que la chose est possible, c'est qu'il s'est trouvé de temps en temps des observateurs, habitués à contempler avec intelligence les grandes scènes de la nature, à qui elle a réussi. En voici un exemple bien ancien que je tire de la Bible, Ier Livre des *Rois*, chap. XVIII, où il est question de l'événement météorologique qui mit fin à la longue sécheresse et à la famine prédite, deux ans à l'avance, par le prophète Élie. Élie vient d'annoncer à Achab la fin de la sécheresse :

« 41. Puis Élie dit à Achab : « Monte, mange et bois, *avant* que l'on entende le bruit » d'une grande pluie. »

» 42. Et Élie monta *aussi* sur le Carmel et, se penchant contre terre, il mit son visage entre ses genoux.

» 43. Et il dit à son serviteur : « Monte maintenant et regarde vers la mer. » Celui-ci monta donc et regarda et revint dire : « Il n'y a rien. » Elie lui dit : « Retournes-y par sept fois. »

» 44. A la septième fois, il dit : « Voilà une petite nuée, comme la paume de la main » d'un homme, qui monte de la mer. » Alors Élie lui dit : « Va dire à Achab : Attelle ton » chariot avant que la pluie te surprenne. »

» 45. Et il arriva que les cieux s'obscurcirent de nuées de tous côtés, le vent se leva et il y eut une grande pluie. »

» Tous les gens du Kansas, du Missouri, etc., qui ont vu des tornados reconnaîtront bien, dans cette description si concise, le phénomène avec lequel ils sont malheureusement devenus familiers. Il venait de la mer, c'est-à-dire de l'ouest ou de l'ouest-sud-ouest (du sud-ouest au Kansas), franchissait la chaîne du Carmel aussi facilement que les tornados ou du moins les cyclones des États-Unis franchissent les collines ou les montagnes de l'Amérique, et amenait une série d'averses qui mirent fin à la sécheresse en Palestine, tout comme les tornados du 30 mai 1879 ont mis fin à la sécheresse qui régnait auparavant au Kansas.

» Ainsi on les voit venir de loin. Les chefs de maison, avertis par quelque signal, auront le temps de faire descendre leur famille et leurs

gens à la cave. Ils pourront même sauver leur bétail, s'ils ont eu la précaution de faire creuser des tranchées à ciel ouvert près de l'étable ou de l'écurie ([1]). Le reste à la grâce de Dieu. Je ne connais qu'un moyen de parer aux désastres matériels, à la ruine des maisons et des granges, à la destruction des arbres et des récoltes, c'est l'assurance. Aujourd'hui la statistique de ces phénomènes, depuis dix ou quinze ans, est assez bien connue, grâce au *Signal service*, pour offrir une première base aux calculs d'une Compagnie, et si une telle entreprise s'étendait à l'Union entière, il ne lui serait pas impossible, dans un pays si riche, de fonctionner avec le succès qu'on obtient depuis longtemps pour les sinistres en mer, les incendies, etc.

» J'aurais bien voulu imaginer pour les maisons un moyen de préservation quelconque. Voici du moins comment s'y prend un tornado pour les renverser. Dès la première impression, la toiture est emportée au loin. Lorsque les gyrations circulaires horizontales arrivent à frapper en plein une des façades, la maison s'incline; le mur frappé, poussé, se détache de ses fondations, au ras du sol. L'air qui se glisse violemment par ces ouvertures soulève les planchers et allège un peu le poids de l'édifice. Bientôt la maison, construite le plus souvent d'une manière légère, chasse sur ses fondations ébranlées et déjà disjointes, comme un navire dont les ancres ne tiennent plus. Elle est transportée tout d'une pièce à quelques pouces ou à quelques toises de là, puis, attaquée en sens divers par les gyrations descendantes qui se succèdent sans cesse, elle s'écroule immédiatement. C'est l'affaire de dix à douze secondes. Ses débris sont dispersés circulairement autour de l'endroit de sa chute, ou projetés au loin. Il m'a semblé qu'en retardant un peu ces effets la maison serait sauvée. Il faudrait pour cela étayer les quatre murs, dans leurs plans respectifs, au moyen de fortes poutres solidement encastrées dans le sol et reliées en haut par des moises. Cela suffirait pour une maison située dans le demi-cercle maniable, un peu loin du centre. Mais, si elle était mal située, les étais eux-mêmes seraient enlevés ou brisés comme des fétus.

» La nuit (car les tornados viennent aussi de nuit, moins souvent, il est vrai, que de jour), les avertissements manquent. Il n'y a alors d'autre ressource que le baromètre, dont les marins savent tirer un si grand parti. Aussi ai-je émis déjà le vœu que chaque maison, chaque ferme en

---

([1]) A $1^m,5$ ou 2^m de profondeur, recouvertes de madriers arasés au sol, pour parer à la chute des décombres.

possédât un ([1]). Peut-être parviendra-t-on aux États-Unis à fabriquer des anéroïdes à un dollar pièce, comme les mouvements de montres ou de pendules qu'on fait aujourd'hui à la machine.

» Il me reste à donner un conseil aux gens qui travaillent en rase campagne. Ils auront presque toujours le temps de se sauver. Mais jamais il ne faut fuir le tornado en lui tournant le dos, comme la famille infortunée de M. Krone (près de Delphos, Kansas), le 30 mai 1879; on serait bientôt rattrapé. Il faut lui faire face un moment et, s'il est possible, examiner sa direction. Il n'est guère à craindre que s'il apparaît entre l'ouest-sud-ouest et le sud-sud-ouest. Si vous le voyez répondre toujours, dans sa marche progressive, au même point de l'horizon ([2]), c'est qu'il marche vers vous; il faut courir à droite. Un quart de *mile* franchi vous mettra hors de sa portée. S'il dévie un peu à gauche, il faut encore courir à main droite. Mais s'il dévie un peu à droite de sa direction première, il vous atteindra par le demi-cercle dangereux; en courant à droite vous tomberiez sur le centre. Il faut donc, dans ce dernier cas, fuir à gauche. C'est ce que ferait un navire à vapeur en face d'un cyclone ou d'un typhon dont la direction aurait été déterminée.

» En terminant, j'insisterai une seconde fois sur l'urgente nécessité de renoncer enfin au préjugé qui domine encore toute la Météorologie dynamique; autrement on ne serait jamais en état de concevoir et de répandre dans le public des notions exactes sur ces phénomènes. En Europe, où les tornados sont rares ([3]) et relativement faibles, il y a peu d'inconvénients à nourrir cette erreur; elle ne fait que nuire au crédit de la Science. Aux États-Unis où, par suite de la situation géographique de ce pays, ils sont si fréquents et si terribles ([4]), cette erreur est un danger de plus. Je m'empresse d'ajouter que, si je diffère d'opinion avec le *Signal service Bureau* des États-Unis au sujet des cyclones, des tornados et des trombes, personne n'apprécie plus que moi les services journaliers de cette savante organisation. »

([1]) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 665.

([2]) On fait abstraction ici des légères oscillations presque pendulaires que certains tornados présentent dans leur marche.

([3]) On cite les tornados de 1787, d'Assonval en 1822, de Monville et de Malaunay en 1845, de Palazzolo (Sicile) en 1872, etc.

([4]) A peu près 72 par an; on en a compté 468 de 1875 à septembre 1881. (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 660.)

ANATOMIE ET HISTOLOGIE COMPARÉES. — *Remarques et observations de M.* DE QUATREFAGES *à l'occasion du « Traité d'Anatomie comparée pratique » de MM.* Carl Vogt *et* Emile Yung.

« L'Ouvrage de MM. Carl Vogt et Emile Yung se présente sous la forme modeste d'un Ouvrage élémentaire, spécialement destiné à guider les débutants. Mais, grâce au plan entièrement nouveau adopté par les auteurs et à la manière dont ce plan a été réalisé jusqu'ici, ce livre sera certainement fort utile à plus d'un maître.

» Il y a en effet deux manières de procéder dans les études d'Anatomie comparée. On peut prendre un à un les organes affectés à l'accomplissement d'une même fonction et les examiner dans toute l'étendue des séries animales. C'est la méthode qu'ont suivie dans leurs livres Cuvier, Meckel, etc., et dont la plus complète expression se trouve dans le magnifique Ouvrage où notre vénéré Confrère M. Milne Edwards a si magistralement exposé les modifications subies par les appareils organiques et leur mode de fonctionnement.

» Cette manière de procéder a de sérieux avantages. En particulier, surtout à l'époque où la Science se constituait, elle pouvait seule conduire, avec une rapidité relative, à des conclusions générales en Physiologie comme en Anatomie; mais elle a aussi ses inconvénients.

» Elle fait placer à côté les uns des autres des organes, des appareils anatomiquement et embryogéniquement très distincts, par exemple, les poumons des Mammifères et les branchies des poissons. Elle brise, par conséquent, la chaîne des homologies. En outre, ces *monographies d'organes* sont peu propres à donner des idées précises sur les rapports qui unissent les divers appareils fonctionnels, dans un organisme donné. Ce sont pourtant ces rapports qui déterminent le jeu des parties et commandent le mode de vie de l'ensemble. De leur connaissance dépend le plus ou le moins de notions exactes que l'on aura sur les machines animées qu'étudient les naturalistes.

» Les *monographies d'espèces* dévoilent immédiatement ces rapports et en font sentir l'importance. Elles mettent en évidence les relations de chaque appareil avec tous les autres; elles permettent par cela même de mieux comprendre l'enchaînement des fonctions. Elles font donc vraiment connaître l'animal que l'on étudie; et, si l'espèce a été bien choisie, elles

éclairent en même temps l'histoire anatomique et physiologique de tout le groupe dont elle est le type.

» MM. Vogt et Yung ont adopté cette seconde manière de présenter la description anatomique du Règne animal. Chaque classe sera représentée dans leur livre, au moins par une monographie. Quand le type général du groupe sera par trop variable, les ordres eux-mêmes seront l'objet d'une étude semblable. Des observations sommaires feront connaître les modifications secondaires. Des figures très nombreuses, presque toutes originales et dessinées sur nature, accompagneront les descriptions.

» Un livre comme celui dont il s'agit ici ne s'improvise pas, et l'on admettra sans peine ce que M. Vogt me dit dans une de ses lettres, que l'on y trouvera maints renseignements recueillis il y a trente ans en vue de la publication actuelle. On comprendra aussi que la plupart de ces monographies, alors même qu'elles ont pour objet des espèces déjà étudiées, doivent renfermer un certain nombre de faits inédits et que l'ensemble constituera un Ouvrage en grande partie original.

» Comme on devait s'y attendre, les auteurs ont commencé par décrire les organismes les plus simples, et l'histoire des Hydroméduses n'est pas encore terminée. Pourtant le peu qui a paru justifie les appréciations précédentes. Il sera facile de le reconnaître en lisant surtout les monographies de l'*Alcyonium digitatum* et de la *Medusa aurita*.

» Les auteurs ont réservé pour la fin de leur livre les considérations générales et les vues synthétiques suggérées par la revue qu'ils vont faire de tout le règne animal. Toutefois, ils ont voulu indiquer, dans une *Introduction*, la manière dont ils comprennent les rapports des diverses branches de la Biologie et le rôle dévolu à chacune d'elles. Cette *Introduction* est conçue dans un esprit essentiellement *transformiste;* mais, à vrai dire, elle n'est nullement *darwiniste*. On sait, en effet, que M. Vogt a pris de bonne heure, au milieu des partisans de cette doctrine, une position à part et très spéciale. Dans sa première publication relative aux questions soulevées par Darwin, dans ses *Leçons sur l'Homme*, il s'écartait déjà du maître sur plusieurs points importants. Jamais il n'est tombé dans les exagérations hasardées des darwinistes à outrance et il les a, au contraire, combattues avec toute la verve que chacun lui connaît. Ses dernières publications nous apportent de nouvelles preuves de cette indépendance d'esprit.

» Les darwinistes admettent que les diverses phases évolutives parcourues par l'embryon d'un animal supérieur, depuis l'œuf jusqu'à l'acquisition de ses formes définitives, ressemblent aux phases qu'a présentées

l'évolution historique des espèces qui composent la série des ancêtres de ce même animal. MM. Vogt et Yung acceptent cette loi, dans ce qu'elle a de général; mais, d'une part, ils lui refusent le caractère absolu qu'on a voulu lui attribuer; et, d'autre part, ils veulent évidemment que l'on accepte les faits embryogéniques, tels qu'ils sont fournis par l'observation. M. Vogt a vivement protesté ailleurs contre la pensée que l'*embryogénie* ou *ontogénie*, comme l'on dit aujourd'hui, puisse fournir des *documents falsifiés* à l'histoire de la filiation des êtres (*Phylogénie*). Il a fort bien montré que cette conception, hautement acceptée en Allemagne, introduit, dans les applications de la théorie, un arbitraire vraiment inacceptable. (*Revue scientifique*, 5 et 12 mai 1877.)

» Cette fidélité à l'étude des faits a conduit MM. Vogt et Yung à se séparer de Darwin et de ses disciples sur un point assez important. On sait que l'illustre inventeur du transformisme explique l'évolution animale à peu près exclusivement par l'influence qu'exerce la sélection naturelle, conséquence nécessaire de la lutte pour l'existence. Or, dans cette lutte, la victoire appartient, nécessairement aussi, aux individus les plus forts, les mieux doués. Le perfectionnement lent, mais continu, des organismes résulte de ces batailles incessantes. Envisagé à ce point de vue, le darwinisme a été proclamé la doctrine du progrès et a inspiré à Darwin lui-même, comme à certains de ses disciples, des pages pleines d'enthousiasme. On admettait bien quelques transformations régressives, quelques cas de recul organique, mais on ne voyait là que de rares exceptions.

» MM. Vogt et Yung admettent, au contraire, que les faits de cette nature sont fort nombreux et qu'ils sont la conséquence de cette division du travail physiologique, si bien étudiée par M. Milne Edwards. La spécialisation harmonique, disent-ils, conduit seule au progrès; la spécialisation unilatérale, au contraire, mène à la dégradation; car tout développement prédominant d'un organe ou d'un groupe d'organes doit nécessairement avoir pour conséquence l'arrêt de développement, ou même la régression des autres organes. On voit que nous avons ici l'application aux doctrines transformistes de la *Loi de balancement*, formulée par Geoffroy Saint-Hilaire.

» C'est en partant de ce principe et de l'application de l'embryogénie à la phylogénie que MM. Vogt et Yung apprécient les rapports de filiation entre les formes animales fixées et les formes libres correspondantes. Pour faire mieux comprendre leur pensée, je citerai un exemple sur lequel M. Vogt insiste dans une de ses lettres. Tout le monde est d'accord pour

reconnaître que la Méduse est supérieure en organisation au Polype hydraire qui lui donne naissance. Mais celui-ci est regardé, par à peu près tous les transformistes, comme la forme primitive; la Méduse est pour eux la forme dérivée. La théorie du progrès demande qu'il en soit ainsi. Au contraire, pour M. Vogt, qui s'appuie sur les phénomènes embryogéniques, le Polype n'est qu'une forme dégradée et la Méduse représente le type primitif. Tous les zoologistes comprendront combien est considérable le rôle que cette manière d'envisager les faits assigne à la dégradation organique, surtout dans la constitution des faunes marines. Le parasitisme, une adaptation trop spécialisée, et toute influence prédominante, peuvent d'ailleurs conduire à des résultats analogues. En somme, tout progrès, dans une direction donnée, est accompagné, sinon de reculs, tout au moins d'arrêts plus ou moins marqués, dans d'autres directions. On voit combien nous sommes loin de la doctrine du progrès.

M. Vogt se sépare de ce que l'on peut appeler l'*Ecole orthodoxe de Darwin*, sur une question bien plus grave que la précédente. Au moment même où M. Gaudry présentait son beau livre à l'Académie et déclarait avoir reconnu qu'il y a eu, non pas un seul enchaînement, mais plusieurs enchaînements d'êtres dont le développement s'est poursuivi d'une manière indépendante (*Enchaînements du monde animal; Fossiles primaires*), je recevais de M. Vogt une lettre contenant l'exposé de conclusions toutes semblables. Pas plus que notre Confrère, le savant génevois n'accepte la conception d'un développement monophylétique du règne animal. Il admet l'existence dans le passé de plusieurs souches distinctes d'où sont sorties des séries d'êtres parfaitement indépendantes.

» Mais M. Vogt va plus loin encore. Darwin, très explicite sur ce point, a insisté, à diverses reprises, sur ce fait, que la sélection naturelle a pour conséquence la *divergence des caractères* (*De l'Origine des espèces*, Chap. IV) et, par conséquent, l'éloignement de plus en plus grand des espèces. Or, dès 1877, M. Vogt demandait que l'on fît entrer en ligne de compte la *convergence* produite par l'action des milieux sur des types primitivement différents (*Revue scientifique*). Il pense que des souches animales diverses peuvent donner naissance à des séries d'êtres dont quelques-unes se rapprochent et tendent à se confondre. Si bien que nous plaçons parfois dans la même classe, dans le même ordre et peut-être dans le même genre, des espèces dont les ancêtres remontent à des souches originelles parfaitement distinctes. (*Lettre personnelle*.)

» Je n'ai pas l'intention d'examiner ici les conséquences qu'entraînent

à mes yeux ces différences de doctrine. Je me bornerai, pour en indiquer l'importance, à employer une image que j'emprunte à Darwin.

» Ce grand penseur, reprenant avec plus de détails une comparaison déjà mise en usage par notre confrère, M. Naudin (*Revue horticole*, 1852), a représenté le développement de la vie sur la terre par un arbre qui a grandi peu à peu, multipliant ses bourgeons, acquérant d'âge en âge de nouvelles branches. De ces bourgeons, beaucoup ont avorté; de ces branches, beaucoup sont mortes et sont tombées. Ce sont elles que nous retrouvons dans les couches géologiques, où elles constituent les fossiles, tandis que l'*Arbre de la vie* en est arrivé à couvrir le globe entier de ses ramifications sans cesse renouvelées et de plus en plus brillantes. Eh bien, à cet arbre unique, représentant tout le passé, tout le présent et même l'avenir de la création vivante, les travaux de MM. Gaudry et Vogt substituent un bosquet, composé d'arbres distincts, dont il reste à déterminer le nombre et les essences.

» Ce résultat enlève certainement à la conception darwinienne une bonne part de ce qu'elle a de grandiose et de séduisant; mais le transformisme ne perdra rien à se séparer d'un système absolu et où l'hypothèse joue un rôle par trop considérable. Par cela même qu'il tiendra davantage compte des faits, il deviendra plus apte à rendre à la science positive des services que je n'ai jamais méconnus, tout en combattant la doctrine elle-même. »

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le système complet des combinants de deux formes binaires biquadratiques.* Note de M. C. **Stephanos**, présentée par M. Jordan.

« On sait, d'après les travaux de M. Gordan, que les combinants de deux formes binaires $\varphi = a_x^{m+1}$ et $\psi = b_x^{m+1}$ coïncident avec les covariants et invariants du système simultané des formes

$$\alpha = (\varphi, \psi)_1, \quad \beta = (\varphi, \psi)_3, \quad \gamma = (\varphi, \psi)_5, \quad \ldots,$$

qui constituent les combinants *élémentaires* des deux formes φ et ψ.

» On sait également, encore d'après M. Gordan, comment on peut former le système complet de ces covariants et invariants dans le cas où les formes $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ seraient des formes quelconques des degrés $2m$,

$2(m-2)$, $2(m-4)$, ..., respectivement. Pourtant, par suite de la dépendance qui existe dans le cas actuel entre les formes $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$, le nombre des covariants et invariants fondamentaux du système dont il s'agit est bien plus restreint que si les formes $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ étaient quelconques.

» La manière dont s'opèrent ces réductions est précisément déterminée par la nature des relations qui lient les formes $\alpha, \beta, \gamma, \ldots$ entre elles, relations qu'on peut obtenir, d'après le procédé que j'ai indiqué dans un précédent Mémoire ([1]). Ainsi, par exemple, dans le cas (déjà bien étudié) de $m=2$, où l'on a entre les deux combinants élémentaires α et β la relation $(\alpha, \alpha)_4 - \frac{1}{6}\beta^2 = 0$, il y a déjà une réduction, celle de l'invariant quadratique $(\alpha, \alpha)_4$ de α_x^4 qui cède sa place de forme fondamentale à β. Mais, pour les cas où $m > 2$, le nombre de ces réductions est bien plus grand.

» Dans ce qui suit, je vais donner quelques indications sur le système complet des combinants de deux formes biquadratiques ($m=3$), dont la connaissance est très utile pour l'étude de plusieurs problèmes intéressants.

» **1.** Deux formes biquadratiques $\varphi = a_x^4$ et $\psi = b_x^4$ admettent deux combinants élémentaires $\alpha = \alpha_x^6$ et $\beta = \beta_x^2$, liés entre eux par la relation

$$(\alpha, \alpha)_4 - (\alpha, \theta)_2 - \theta^2 = 0,$$

où nous avons posé θ au lieu de $\frac{2}{5}\beta$. On voit déjà par là que $(\alpha, \theta)_2$ est exprimable au moyen de $(\alpha, \alpha)_4$ et de θ. On déduirait également de l'équation précédente que les formes $(\varphi, \theta^k)_{2k}$, φ étant un covariant droit de α (d'un ordre $2\rho \leqq 2k$), sont exprimables au moyen de covariants et invariants droits de α_x^6 et des deux formes θ et $D_\theta = (\theta, \theta)_2$, et ainsi de suite.

» Le résultat de cette recherche est que le système complet des combinants des formes φ, ψ contient : 1° huit covariants droits

$$\alpha = \alpha_x^6, \quad \theta = \theta_x^2, \quad H = H_x^8 = (\alpha, \alpha)_2, \quad i = i_x^4 = (\alpha, \alpha)_4,$$
$$p = p_x^6 = (\alpha, i)_2, \quad l = l_x^2 = (\alpha, i)_4, \quad \Delta = \Delta_x^4 = (i, i)_2, \quad m = m_x^2 = (i, l)_2;$$

2° quatre invariants droits

$$A = (\alpha, \alpha)_6, \quad D_\theta = (\theta, \theta)_2, \quad B = (i, i)_4, \quad C = (i, \Delta)_4;$$

3° treize covariants gauches

$$(\alpha, \theta)_1, \quad (\alpha, H)_1, \quad (\alpha, i)_1, \quad (\alpha, p)_1, \quad (\alpha, \Delta)_1, \quad (\alpha, l)_1, \quad (\alpha, m)_1,$$
$$(i, \theta)_1, \quad (i, l)_1, \quad (i, m)_1, \quad (l, \theta)_1, \quad (m, \theta)_1, \quad (l, m)_1;$$

([1]) *Sur les faisceaux de formes binaires ayant une même jacobienne*, p. 28-33 (*Recueil des Savants étrangers*, t. XXVII).

et 4° un invariant gauche J, égal au déterminant fonctionnel $(l\theta)(m\theta)(lm)$ des trois formes quadratiques l, m, θ.

» 2. C'est un fait bien remarquable que la ressemblance de composition qu'on observe entre le système précédent et le système complet de la forme α_x^6. Ainsi, non seulement chacun de ces systèmes est composé de vingt-six formes, mais aussi le nombre des formes d'un ordre (par rapport aux variables) donné est le même pour les deux systèmes. En effet, si l'on envisage les formes θ, $D_\theta = (\theta, \theta)_2$, $(\alpha, \theta)_1$, $(i, \theta)_1$, $(l, \theta)_1$, $(m, \theta)_1$, $J = (l\theta)(m\theta)(lm)$, du système précédent qui n'appartiennent pas au système complet de la forme α_x^6, mais qui constituent des covariants et invariants irrationnels de cette forme, on voit que la forme $\theta = \theta_x^2$ remplace le covariant $n = n_x^2 = (i, m)_2$, l'invariant D_θ remplace l'invariant $D = (l, n)_2$, les formes gauches $(\alpha, \theta)_1$, $(i, \theta)_1$, $(l, \theta)_1$, $(m, \theta)_1$ remplacent respectivement les covariants gauches $(i, \Delta)_1$, $(i, n)_1$, $(l, n)_1$, $(m, n)_1$, et enfin l'invariant gauche J remplace l'invariant gauche $R = (lm)(ln)(mn)$ de α_x^6 (1).

» Six de ces réductions, celles des formes n, D, $(i, n)_1$, $(l, n)_1$, $(m, n)_1$, R, lesquelles contiennent tous les symboles de n, sont des conséquences de la réduction de n exprimée par l'équation

$$n + Im + (I^2 - \tfrac{1}{2}B)l + 2(I^3 - \tfrac{1}{2}BI - \tfrac{1}{3}C\ \theta = 0,$$

où nous avons posé $I = \frac{1}{3}D_\theta - \frac{1}{6}A$ (2). Reste encore la forme $(i, \Delta)_1$ dont la réduction, tout à fait indépendante de celle de n, est exprimée par

$$(i.\ \Delta)_1 = \tfrac{1}{2}(f, m)_1 + \tfrac{1}{2}I(f, l)_1 + [I^2 - \tfrac{2}{3}B](f, \theta)_1 \\ + \tfrac{4}{3}\theta(i, l)_1 + I(i, \theta)_1 + i(l, \theta)_1.$$

» 3. Les formules qui expriment les invariants D et R de α_x^6 en fonction des invariants A, I, B, C, J sont bien intéressantes. La première donne l'équation

$$\Phi = 6I^5 + AI^4 - 5BI^3 - (AB + 5C)I^2 - \tfrac{4}{3}ACI \\ + \tfrac{1}{2}(\tfrac{1}{2}AB^2 + \tfrac{13}{2}BC - 3D) = 0,$$

ayant pour racines les cinq valeurs de l'invariant irrationnel I de α. La

---

(1) Je suppose ici que le système complet de la forme α_x^6 soit composé comme je l'ai indiqué dans ma Note du 28 mai passé.

(2) Cette équation, ainsi que l'équation $\Phi = 0$ suivante, a été donnée par l'auteur dans le Mémoire mentionné plus haut. (La valeur de I, donnée dans l'extrait inséré dans les *Comptes rendus* du 22 décembre 1881, doit être rectifiée comme ci-dessus.)

seconde donne

$$R = -2(I^3 - \tfrac{1}{2}BI - \tfrac{1}{3}C)J,$$

et offre un exemple remarquable de la décomposition de certains invariants de α par suite de l'introduction des invariants irrationnels I et J.

» Je citerai encore ici deux autres exemples intéressants d'une décomposition analogue. La première est celle du discriminant de la forme α_x^6 (1). Ce discriminant, égal à

$$\mathfrak{A} = \frac{5}{6}\left(\frac{16}{5^3}A^2 - B\right)\left(\frac{3.8}{5^3}A^3 - \frac{3}{2}AB - 5C\right) - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}AB^2 + \frac{13}{3}BC - 3D\right),$$

se décompose, par suite de la réduction de D, en deux facteurs :

$$I^2 + \frac{4}{3.5}AI + \frac{8}{3.5^2}A^2 - \frac{5}{6}B$$

et

$$6I^3 - \frac{3}{5}AI^2 - \frac{12}{5^2}A^2I + \frac{3.8}{5^3}A^3 - \frac{3}{2}AB - 5C.$$

dont le premier constitue le résultant des deux formes $\varphi = a_x^4$ et $\psi = b_x^4$. Le second exemple est celui de l'invariant de la forme α_x^6 dont l'évanouissement exprime que, parmi les cinq faisceaux $\lambda\varphi + \mu\psi$ ayant α_x^6 pour jacobienne, il y en a deux qui coïncident. Cet invariant, proportionnel à ce que devient le premier membre de l'équation $\Phi = 0$ lorsqu'on y fait $I = \frac{2}{15}A$, donne en effet

$$\begin{aligned}\mathfrak{A} - \left(\frac{4}{5.9}A^2 - \frac{5}{6}B\right)\left(\frac{4.13}{3^2.5^2}A^3 - \frac{3}{2}AB - 5C\right)\\ = \left(I + \frac{2}{15}A\right)^2\left[6I^3 - \frac{3}{5}AI^2 + \left(\frac{4}{3.5}A^2 - 5B\right)I - \frac{4}{3^2 5^3}A^3 + \frac{1}{3}AB - 5C\right] (2). »\end{aligned}$$

---

(1) On sait qu'une décomposition semblable a lieu pour le discriminant de toute forme binaire α_x^{2m} définie comme jacobienne de deux formes $\varphi = a_x^{m+1}$ et $\psi = b_x^{m+1}$ (*voir* Salmon, *Higher Algebra*, 3e édition, n° 180). On doit à M. Brill (*Math. Annalen*, Bd. XX, p. 330-356 ; 1882) une généralisation remarquable de ce fait.

(2) Les résultats de ce numéro ont déjà fait l'objet d'une Communication très succincte de l'auteur *Sur les invariants des formes binaires du cinquième et du sixième ordre* au Congrès de l'*Association française*, tenu en août de l'année dernière à la Rochelle.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations linéaires du quatrième ordre.* Note de M. E. GOURSAT, présentée par M. Hermite.

« On sait que l'intégration d'une équation linéaire du troisième ordre, dont les intégrales vérifient une relation homogène du second degré, peut être ramenée à l'intégration d'une équation du second ordre (LAGUERRE, *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 124 et 216; FUCHS, *Acta mathematica*, t. I, p. 413). Il existe, pour les équations linéaires du quatrième ordre, un cas de réduction analogue qui ne me paraît pas avoir été remarqué. On peut l'énoncer ainsi, en se bornant, pour fixer les idées, au cas des équations à coefficients uniformes :

» *Si les intégrales d'une équation linéaire du quatrième ordre à coefficients uniformes* $F(u) = 0$ *vérifient une relation homogène du second degré, et une seule, cette relation pouvant être mise sous la forme* $u_1 u_4 = u_2 u_3$, *les intégrales de cette équation sont les produits des intégrales de deux équations linéaires du second ordre, dont les coefficients sont uniformes ou racines d'équations quadratiques à coefficients uniformes.*

» Voici le principe de la démonstration : u_1, u_2, u_3, u_4 formant un système fondamental d'intégrales qui vérifient la relation

$$u_1 u_4 = u_2 u_3, \tag{1}$$

soient $(u_1)', (u_2)', (u_3)', (u_4)'$ les valeurs que prennent ces intégrales après que la variable a décrit un contour fermé. On a

$$\begin{aligned}
(u_1)' &= au_1 + bu_2 + cu_3 + du_4,\\
(u_2)' &= eu_1 + fu_2 + gu_3 + hu_4,\\
(u_3)' &= e'u_1 + f'u_2 + g'u_3 + h'u_4,\\
(u_4)' &= a'u_1 + b'u_2 + c'u_3 + d'u_4,
\end{aligned}$$

$a, b, c, d, \ldots$ désignant des constantes dont le déterminant Δ est différent de zéro. Les intégrales $(u_1)', (u_2)', (u_3)', (u_4)'$ devront encore vérifier la relation $(u_1)'(u_4)' = (u_2)'(u_3)'$, que l'on peut écrire

$$\frac{au_1 + bu_2 + cu_3 + du_4}{eu_1 + fu_2 + gu_3 + hu_4} = \frac{e'u_1 + f'u_2 + g'u_3 + h'u_4}{a'u_1 + b'u_2 + c'u_3 + d'u_4}. \tag{2}$$

De plus, s'il n'existe pas entre les intégrales de l'équation $F(u) = 0$ de relation homogène du second degré différente de l'équation (1), comme

nous le supposons, les équations (1) et (2) devront revenir l'une à l'autre. De l'équation (1) on tire

$$\frac{u_1}{u_2} = \frac{u_3}{u_4} = \omega_1, \quad \frac{u_1}{u_3} = \frac{u_2}{u_4} = \omega_2;$$

si l'équation (2) est une conséquence de la première, on devra avoir, pour toute valeur de ω_1, ω_2,

$$(3) \qquad \frac{(a\omega_1 + b)\omega_2 + c\omega_1 + d}{(e\omega_1 + f)\omega_2 + g\omega_1 + h} = \frac{(e'\omega_1 + f')\omega_2 + g'\omega_1 + h'}{(a'\omega_1 + b')\omega_2 + c'\omega_1 + d'}.$$

» Un raisonnement tout à fait élémentaire montre que, Δ étant différent de zéro, ceci ne peut avoir lieu que si chacune de ces fractions se réduit identiquement, par la suppression d'un facteur commun, à une fraction du premier degré, telle que

$$\frac{\lambda\omega_1 + \mu}{\nu\omega_1 + \rho} \quad \text{ou} \quad \frac{\lambda_1\omega_2 + \mu_1}{\nu_1\omega_2 + \rho_1}.$$

Un contour fermé décrit par la variable change donc ω_1 en une de ces deux expressions, et un raisonnement tout pareil montre qu'il en est de même pour ω_2, les valeurs finales de ω_1 et de ω_2 étant toujours de formes différentes. Posons maintenant

$$\mathrm{H}(u) = \frac{u'''}{u'} - \frac{3}{2}\left(\frac{u''}{u'}\right)^2,$$

u désignant une fonction quelconque de x; on a, quelles que soient les constantes λ, μ, ν, ρ,

$$\mathrm{H}\left(\frac{\lambda u + \mu}{\nu u + \rho}\right) = \mathrm{H}(u).$$

Il en résulte que, lorsque la variable indépendante décrit un contour fermé quelconque, les fonctions $\mathrm{H}(\omega_1)$, $\mathrm{H}(\omega_2)$ ne peuvent que revenir à leurs valeurs initiales ou s'échanger entre elles. Donc *ces fonctions sont racines d'une équation quadratique à coefficients uniformes*

$$(4) \qquad \mathrm{H}^2 + 2\Phi(x)\mathrm{H} + \Psi(x) = 0.$$

» Soient H_1, H_2 les deux racines de cette équation; considérons les deux équations linéaires

$$(5) \qquad \begin{cases} \dfrac{d^2y}{dx^2} + \dfrac{1}{2}\mathrm{H}_1 y = 0, \\[2ex] \dfrac{d^2z}{dx^2} + \dfrac{1}{2}\mathrm{H}_2 z = 0. \end{cases}$$

» Le rapport η de deux intégrales de la première, par exemple, satisfait à l'équation du troisième ordre

$$\frac{\eta'''}{\eta'} - \frac{3}{2}\left(\frac{\eta''}{\eta'}\right)^2 = \mathrm{H}(\omega_1).$$

» Choisissons deux intégrales y_1, y_2 telles que le rapport $\frac{y_1}{y_2}$ soit égal à ω_1, et de même deux intégrales z_1, z_2 de la seconde telles que $\frac{z_1}{z_2} = \omega_2$; des relations précédentes on déduit

$$(6) \qquad \frac{u_1}{y_1 z_1} = \frac{u_2}{y_2 z_1} = \frac{u_3}{y_1 z_2} = \frac{u_4}{y_2 z_2}.$$

» Ceci posé, on reconnaît bien aisément que les produits $y_1 z_1$, $y_2 z_1$, $y_1 z_2$, $y_2 z_2$ constituent un système fondamental d'intégrales d'une équation linéaire du quatrième ordre à coefficients uniformes. Soient $\mathrm{F}_1(\mathrm{P}) = 0$ cette équation et $\frac{1}{\varphi(x)}$ la valeur commune des rapports (φ); si, dans l'équation $\mathrm{F}_1(\mathrm{P}) = 0$, on fait la transformation $\mathrm{P} = \varphi(x)u$, on devra retrouver l'équation proposée $\mathrm{F}(u) = 0$. Il en résulte que $\varphi(x)$ sera de la forme $e^{\int \psi(x)dx}$, $\psi(x)$ étant une fonction uniforme de x, et les intégrales de $\mathrm{F}(u) = 0$ seront

$$y_1 z_1 e^{-\int\psi(x)\,dx}, \quad y_2 z_1 e^{-\int\psi(x)\,dx}, \quad y_1 z_2 e^{-\int\psi(x)\,dx}, \quad y_2 z_2 e^{-\int\psi(x)\,dx}.$$

» Soient maintenant $\pi_1(x)$, $\pi_2(x)$ deux fonctions uniformes dont la somme est égale à $\psi(x)$; si, dans les équations (5), on pose

$$y = e^{\int \pi_1(x)\,dx}\mathrm{Y}, \quad z = e^{\int \pi_2(x)\,dx}\mathrm{Z},$$

les intégrales de l'équation proposée seront précisément les produits des intégrales des deux équations du second ordre en Y et en Z. C. Q. F. D.

» Si les intégrales de l'équation $\mathrm{F}(u) = 0$ vérifient une relation de la forme $u_1^2 = u_2 u_3$ et ne vérifient pas d'autre relation homogène du second degré, on démontre, par des procédés analogues, que l'équation n'est pas *irréductible* et admet pour intégrales les carrés des intégrales d'une équation linéaire du second ordre.

» Les conclusions sont un peu différentes si l'on suppose que les intégrales vérifient *deux* relations homogènes du second degré. La discussion comprend plusieurs cas particuliers, mais ne présente aucune difficulté. J'indiquerai simplement les résultats. On est toujours ramené à l'un des trois cas suivants :

» 1° Chaque intégrale n'admet, pour chaque valeur de la variable, qu'un nombre *fini* de valeurs, pourvu qu'on ait fait disparaître le coefficient de $\frac{d^3u}{dx^3}$ dans l'équation proposée.

» 2° L'intégration se ramène à deux quadratures.

» 3° Les intégrales de l'équation proposée sont les cubes des intégrales d'une équation linéaire du second ordre à coefficients uniformes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les surfaces du troisième ordre.* Note de M. C. **Le Paige**, présentée par M. Hermite.

« Nous nous proposons de faire connaître, dans ses traits généraux, un mode de construction de la surface du troisième ordre déterminée par dix-neuf points.

» Pour y arriver, nous établissons d'abord cette propriété :

» *Si, par un point* P *d'une surface du troisième ordre, on mène trois droites arbitraires* ξ, η, ζ, *les plans qui joignent tous les points de la surface à trois droites de celles-ci,* X, Y, Z *ne se rencontrant pas deux à deux, coupent respectivement* ξ, η, ζ *et des points* ξ_i, η_i, ζ_i *dont les jonctions* (c'est-à-dire les plans $\overline{\xi_i, \eta_i, \zeta_i}$) *enveloppent une surface de la seconde classe* Σ_2 *tangente aux faces du trièdre* $\xi\eta\zeta$.

» Il en résulte un moyen simple de construire la surface S_3 dont on connaît trois droites X, Y, Z et sept points.

» En effet, par l'un d'eux on mène trois droites arbitraires ξ, η, ζ. Les jonctions des droites X, Y, Z aux six autres points marquent sur ξ, η, ζ six groupes de points ξ_i, η_i, ζ_i ($i = 1, 2, \ldots, 6$).

» Les six plans $\overline{\xi_i, \eta_i, \zeta_i}$ et les faces du trièdre $\xi\eta\zeta$ sont neuf plans qui déterminent une surface de la seconde classe Σ_2.

» Il est facile, d'après cela, de construire linéairement autant de points qu'on le veut de S_3; ces points correspondent un à un aux plans tangents de Σ_2.

» De là nous déduirons le moyen de construire linéairement une section de S_3 par un plan quelconque.

» Ce problème fondamental nous permettra de résoudre la question suivante :

» *Construire une surface du troisième ordre dont on connaît quatre groupes de trois points en ligne droite et sept autres points.*

» Soient A, B, C, a, b, c, d les sept points donnés, et, en outre, p, p', p'' distribués sur une droite δ_1; q, q', q'' sur une droite δ_2; r, r', r'' sur une droite δ_3; s, s', s'' sur une droite δ_4.

» En considérant δ_1, δ_2, δ_3 comme trois droites d'une surface S_3, on peut, par ces trois droites et les sept points s, s', s'', a, b, c, d, faire passer une surface du troisième ordre.

» Les trois autres combinaisons analogues des éléments δ_1, δ_2, δ_3, δ_4, a, b, c, d donneront trois autres surfaces S'_3, S''_3, S'''_3.

» Les quatre surfaces S_3, S'_3, S''_3, S'''_3 passant par seize points déterminent un système triplement infini de surfaces cubiques.

» Ces surfaces coupent le plan ABC suivant quatre cubiques planes C_3, C'_3, C''_3, C'''_3, caractérisant un système triplement infini de cubiques planes.

» Il suffira de construire la courbe de ce système passant par les points A, B, C. Cette courbe, comme nous le ferons voir, se détermine linéairement de la manière la plus simple.

» Nous pourrons ainsi construire linéairement la surface déterminée par les dix-neuf points et en trouver la section par un plan quelconque.

» Il nous sera alors facile de traiter cette autre question :

» *Construire une surface du troisième ordre dont on connaît trois points en ligne droite et seize autres points.*

» Soient p, p', p'' trois points situés sur une droite δ_1 et seize autres points $a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m$, A, B, C.

» Nous pourrons grouper les seize premiers points de la manière suivante :

» p, p', p'' sur une droite δ_1; ab, cd, ef comme définissant respectivement trois droites δ_2, δ_3, δ_4; et, enfin, les sept points g, h, i, j, k, l, m. Le problème précédent nous permettra de construire la surface S_3 caractérisée par ces éléments.

» D'autres groupements des seize points nous donneront, de même, des surfaces S'_3, S''_3, S'''_3.

» Ces quatre surfaces S_3, S'_3, S''_3, S'''_3 définissent encore un système triplement infini et coupent le plan ABC suivant un système triplement infini de cubiques planes.

» Il suffira de construire la courbe de ce système passant par ABC.

» On détermine, par ce procédé, la surface tout entière et une section plane de celle-ci, par un plan arbitraire.

» Enfin, on est amené à *construire une surface définie par dix-neuf points.*

» En effet, soient P et dix-huit autres points les éléments donnés. Par

le problème précédent, on peut disposer de ces dix-huit points de façon à construire deux surfaces S'_3, S''_3 qui les contiennent. Ces surfaces déterminent un système simplement infini qui marque, sur une transversale quelconque, des groupes appartenant à une involution cubique. Il suffira, sur une transversale passant par P, de construire les deux points du groupe de cette involution, caractérisé par P.

» Comme on le voit, la surface S_3 passera par les dix-neuf points donnés et sera complètement déterminée par eux.

» Nous ferons voir, dans le travail que nous espérons consacrer bientôt à ce sujet, que toutes les constructions dont nous aurons à faire usage peuvent s'effectuer à l'aide de la droite et du plan, en se servant des théories que nous avons exposées dans nos *Essais de Géométrie supérieure du troisième ordre*. Nous aurons l'occasion, au surplus, d'aborder d'autres questions relatives au même objet. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'application de la méthode d'Ampère à l'établissement de la loi élémentaire de l'induction électrique par déplacement.* Note de M. **Quet**.

« J'ai montré, dans ma dernière Communication, que les lois de l'induction par déplacement pouvaient être établies comme corollaires de l'Électrodynamique, et j'ai atteint ce but très rapidement en m'appuyant sur l'hypothèse assez généralement admise de la constitution intime des courants. Cependant, comme il s'agit de lois dont les applications sont nombreuses et importantes, il m'a semblé qu'il ne serait pas inutile de s'affranchir, autant que possible, de ce genre d'hypothèse, et je crois avoir obtenu ce résultat en recourant à la célèbre méthode expérimentale d'Ampère. Voici, très brièvement exposés, les principes qui m'ont servi :

» 1° *Hypothèse générale.* — J'admets que l'action d'un élément de courant sur une masse élémentaire de fluide électrique animée d'une vitesse relative quelconque consiste en une attraction ou une répulsion, c'est-à-dire en une force dont la direction passe par les centres des deux éléments. Cette hypothèse, qui est la plus simple de toutes, et qui est une imitation de celles de Newton et d'Ampère, donne la direction de la force d'induction dont il n'y a plus qu'à déterminer la grandeur.

» 2° *Proposition.* — La force d'induction est nulle lorsque, la direction de l'élément de courant étant perpendiculaire à la ligne des centres, la vitesse relative de l'élément induit a lieu suivant cette droite. En effet, si l'on

fait tourner autour de la ligne des centres oc le plan mené par elle et par la direction ds' de l'élément de courant inducteur, la force g, qui est appliquée à la masse m dans la direction oc, restera la même pour toutes les positions du plan, à cause de la symétrie de l'espace; l'action sur m deviendra donc $2g$, si l'on fait agir à la fois deux éléments de courants égaux, l'un occupant la première position de ds', et l'autre celle que ds' prend après une demi-révolution du plan. Mais alors, les deux éléments de courant étant égaux, superposés et de direction contraire, se contrebalancent, et l'on a

$$2p = 0 \quad \text{ou} \quad p = 0.$$

Il sera du reste facile de s'assurer, en employant un conducteur replié sur lui-même, que les courants égaux, superposés et opposés de direction, ont des actions égales et contraires.

» 3° *Principe général.* — La force g peut être considérée comme la résultante des actions qu'exerceraient sur m les projections de l'élément inducteur ($c i' d i'$) prises par rapport à trois directions rectangulaires menées par son centre c. Ce principe, qui ne peut être douteux, sera vérifié par des expériences faites avec un fil replié en forme de polygone dont les côtés s'écartent peu de la direction primitive du fil.

» La force g est aussi égale à la résultante des actions que l'élément de courant ds' exercerait sur la masse m, si celle-ci était animée tour à tour de vitesses égales aux projections de sa propre vitesse v sur trois axes rectangulaires.

» Il suit de ce principe général que la force g peut être remplacée par neuf composantes qui se réduisent d'abord à six, lorsque l'on choisit les axes de projection, comme le faisait Ampère dans une question analogue, et ensuite à deux seulement si l'on a égard à la deuxième proposition. Ces deux composantes sont : l'action g' que la projection $ds'\cos\theta'$ de ds' sur oc exerce sur la masse m animée de la vitesse $v\cos\theta$, projection de v sur la ligne des centres, et l'action g'' que la projection $ds'\sin\theta'$ de ds' sur la perpendiculaire à oc dans le plan $oc\,ds'$ exerce sur m supposé animé de la vitesse $v\sin\theta\cos\gamma$, projection de v sur la direction perpendiculaire à oc dans le plan précédent. On a $g = g' + g''$.

» 4° *Proposition expérimentale.* — L'action inductrice est proportionnelle à la vitesse v de l'élément m. Cela résulte d'anciennes expériences et d'un grand nombre d'expériences faites dans ces derniers temps.

» Cette action est proportionnelle, ce qu'il est aisé de voir, à l'intensité i'.

» D'après cela, si l'on désigne par $f(r)$ et $F(r)$ deux fractions inconnues de la distance r des centres des éléments; on a

$$g = mvi'\,ds'[\sin\theta \sin\theta' \cos\gamma f(r) + \cos\theta \sin\theta' F(r)].$$

» 5° *Proposition expérimentale.* — L'action exercée par un système quelconque de courants fermés sur une masse élémentaire m en mouvement est perpendiculaire à la direction ov de la vitesse v de cette masse.

» Cette proposition résulte d'anciennes expériences connues : elle sera soumise à des vérifications nouvelles. Sa conséquence est que l'on doit avoir

$$F(r) = \frac{1}{2}\frac{d}{dr}[rf(r)].$$

» 6° *Proposition expérimentale.* — Un solénoïde homogène, dont la directrice est une courbe fermée, n'exerce pas d'induction sur un conducteur en mouvement; la proposition n'est point douteuse; néanmoins, elle sera soumise à l'expérience.

» Cette proposition, jointe aux précédentes, exige que $f(r)$ soit égal au quotient d'une constante k' divisée par r^2, lorsque la force ne peut pas devenir infinie avec la distance. Ce résultat et le précédent s'obtiennent sans nouveaux calculs, parce que des questions complètement analogues ont été traitées dans l'Électrodynamique. On a ainsi

$$f(r) = \frac{k'}{r^2}, \quad F(r) = -\frac{k'}{2r^2},$$

$$g = \frac{k'\,mvi'\,di'}{r^2}(\sin\theta \sin\theta' \cos\gamma - \tfrac{1}{2}\cos\theta \cos\theta').$$

La dernière de ces formules donne la loi élémentaire de l'induction électrique par déplacement; elle montre clairement que les questions relatives à ce genre d'induction se ramènent à des problèmes d'Électrodynamique; elle conduit aisément à la règle générale que j'ai donnée dans ma dernière Communication. C'est ce que je vais montrer.

» G est l'action électrodynamique exercée par l'élément de courant $(ci'\,ds')$ sur un élément de courant $(oi\,ds)$ placé au même point o que la masse m et ayant pour direction celle de la vitesse v de cette masse ou ov. La formule d'Ampère donne

$$G = \frac{kii'\,ds\,ds'}{r^2}(\sin\theta \sin\theta' \cos\gamma - \tfrac{1}{2}\cos\theta \cos\theta');$$

si l'on compare g à G et que l'on pose $k' = hk$, $mv = \mathrm{H}i\,ds$, on obtient $g = \mathrm{HG}$ et le rapport H est indépendant de $r\theta\theta'\gamma i'\,ds'$.

» Je considère un système quelconque de courants fermés ou de portions de courants, et je le fais agir tour à tour sur m par induction et sur ds par action électrodynamique. Décomposons ces courants en leurs éléments $a, a', a'', \ldots$ dont les centres sont $c, c', c'', \ldots$, nous aurons deux groupes de forces $g, g', g'', \ldots$; $\mathrm{G}, \mathrm{G}', \mathrm{G}'', \ldots$; les forces correspondantes de ces deux groupes (g, G), (g', G'), (g'', G''), ... ont pour directions communes les lignes oc, oc', oc'', ..., et leurs intensités sont entre elles dans un rapport constant et égal à H, puisque $g = \mathrm{HG}$, $g' = \mathrm{HG}'$, $g'' = \mathrm{HG}''$, ... Il résulte de là que les résultantes p des forces d'induction $g, g', \ldots$ et F des forces électrodynamiques $\mathrm{G}, \mathrm{G}', \mathrm{G}'', \ldots$ ont la même direction et sont entre elles dans le rapport des composantes, rapport qui est égal à H; ainsi l'on a $p = \mathrm{HF}$.

» L'intensité i du courant supposé dans ds et la longueur ds sont deux quantités arbitraires; on peut les choisir de manière que l'on ait $i\,ds = 2mv$; alors $\mathrm{H} = \frac{1}{2}h$ et $p = h\frac{1}{2}\mathrm{F}$. Il suit de là que la force d'induction p a la même direction que l'action électrodynamique qu'exercerait le système sur un élément de courant placé en o dans la direction ov, et que son intensité est égale au produit d'une constante par la moitié de l'action électrodynamique qui aurait lieu si $i\,ds$ était égal à $2mv$. Dans certains problèmes, il sera inutile de connaître la valeur de la constante h. Si on voulait l'avoir, on pourrait recourir à l'hypothèse relative à la constitution des courants; les formules précédentes permettraient alors de montrer immédiatement, pour ainsi dire, que $h = 1$ ou $k' = k$. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Actions électrodynamiques renfermant des fonctions arbitraires : hypothèses qui déterminent ces fonctions.* Mémoire de M. P. **Le Cordier**. (Extrait par l'auteur.)

« Dans deux premiers Mémoires (1883, p. 222 et 1123 de ce Volume), les actions pondéromotrices les plus générales que l'on puisse observer ont été déduites de l'expérience seule, et ramenées à l'action d'un courant fermé sur un élément de courant, à l'aide des hypothèses les plus incontestables, les neuf actions mutuelles entre les courants, les aimants et le magnétisme terrestre, dont six seulement sont observables, étant désignées collectivement sous le nom d'*actions pondéromotrices*, qui rappelle un fait établi dans les deux Mémoires précédents, préférablement au nom d'*actions*

électrodynamiques, qui explique ce fait par l'hypothèse des courants moléculaires d'Ampère.

» Il s'agit maintenant de calculer l'action d'un élément de courant sur un autre. La solution, affranchie de toute hypothèse, renferme des fonctions arbitraires. On pourrait même se demander si l'action d'un courant non fermé, qui n'a jamais été observée, est autre chose qu'une fiction : car on ne sait pas si un courant électrique peut exister sans être fermé. Mais elle est réelle dans l'hypothèse des actions directes à distance, qui ramène tout à des actions mutuelles de points, et d'après celle d'un milieu continu, qui propage les forces apparentes à distance avec une vitesse nécessairement finie; les actions envoyées simultanément par les différents éléments d'un courant fermé doivent ainsi arriver successivement à un élément linéaire d'un autre courant : on n'a pas encore conçu d'hypothèse permettant de les regarder comme fictives.

» C'est pourquoi elles sont traitées comme réelles dans ce Mémoire, qui énonce les solutions déterminées d'Ampère et de M. Reynard, puis la solution générale, renfermant des fonctions arbitraires, que M. Maurice Lévy a donnée dans son cours du Collège de France. L'hypothèse d'Ampère et celle de M. Reynard determinent complètement ces fonctions; en sorte que les deux solutions respectives sont seules compatibles avec les hypothèses de leurs auteurs.

» Un courant fermé permanent à trois dimensions étant défini celui dont l'électricité ne traverse pas la surface, on a vu, dans le premier Mémoire, que son action sur un élément de courant extérieur s'exprime par un potentiel. Mais la forme de ce potentiel n'y a pas été donnée. Elle se déduit immédiatement d'une hypothèse que des expériences assez nombreuses ont vérifiée pour le cas de deux dimensions : cette hypothèse consiste à admettre qu'*un courant permanent, à plusieurs dimensions, est décomposable en éléments de courants linéaires;* en sorte que rien n'y serait changé, si une surface quelconque du rhéophore, ayant pour génératrices des lignes du courant, devenait isolante.

» Dans les deux Mémoires précédents, l'élément de courant qui reçoit l'action a été supposé extérieur au courant agissant. Cette lacune est comblée, dans le Mémoire actuel, au moyen de l'hypothèse suivante : *les actions électrodynamiques qui s'exercent à des distances insensibles suivent toutes les lois observées à des distances sensibles.*

» Mais ces deux hypothèses ont besoin de vérifications expérimentales : deux vérifications possibles, mais qui n'ont pas été faites, sont indiquées.

La première, qui ne paraît pas facilement réalisable, est l'action d'un courant fermé, fixe et permanent, à trois dimensions, sur un solénoïde fixe et fermé, plongé dans un liquide. Le fil solénoïdal est supposé recouvert d'une couche isolante, dont le diamètre extérieur est assez petit pour que la présence du corps immergé ne change pas sensiblement les lignes du courant à trois dimensions. Soit μ la masse qu'aurait le pôle positif du solénoïde, s'il n'était pas fermé : l'action qui en sollicite l'axe est la même que si cet axe était parcouru par un courant linéaire idéal, d'intensité $4\pi\mu$, et si les lignes du courant à trois dimensions devenaient les lignes de force d'un champ magnétique fictif, ayant pour force directrice l'intensité cubique du courant.

» Une seconde vérification expérimentale sera indiquée dans un Mémoire sur l'induction. On admet qu'un courant permanent, parcourant un fil homogène, passe uniformément dans une section droite. Il en résulte que les lignes de force, dans cette section, sont des circonférences concentriques, et que la force, constante sur chaque ligne, varie de l'une à l'autre proportionnellement à leurs rayons. Cette force intervient dans le calcul du coefficient de self-induction d'un fil fermé sur lui-même, et, comme on sait mesurer expérimentalement ce coefficient, on en déduit un moyen de vérifier les hypothèses déjà si bien vérifiées. »

PHYSIQUE. — *Moyen de désaimanter les montres qui ont été aimantées par le voisinage d'un champ magnétique puissant.* Note de M. M. **Deprez.**

« Quand une montre se trouve accidentellement maintenue dans un champ magnétique, les pièces d'acier que contient son mécanisme intérieur subissent une aimantation qui en arrête la marche. Pour remédier à cet accident, sans avoir recours au procédé extrême du remplacement des pièces aimantées, il suffirait de faire naître une aimantation égale et de sens contraire à la première; mais, comme la valeur et la direction de celle-ci sont inconnues, j'ai imaginé de tourner la difficulté au moyen de l'artifice suivant.

» On dispose la montre dans un champ magnétique puissant, et on lui imprime un mouvement de rotation; la polarité qui tend à se former par influence se déplacera constamment avec l'orientation des lignes de force, sans pouvoir se fixer jamais pendant toute la durée du mouvement, et toute trace de magnétisme disparaîtra de la montre si l'on parvient à la soustraire ainsi à l'action du champ qui l'entoure. Ce but est facilement atteint en

la faisant tourner dans le champ magnétique, d'un mouvement hélicoïdal qui, l'éloignant graduellement, la fera échapper à une influence dont le sens et la direction varient d'ailleurs constamment jusqu'au moment où elle devient nulle.

» J'ai souvent expérimenté ce procédé, toujours avec succès, sur des montres dont l'aimantation était quelquefois telle, que les secousses qu'on leur imprimait ne parvenaient même pas à les mettre momentanément en marche. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide chlorhydrique sur le protosulfure d'étain.* Note de M. A. **Ditte**.

« I. *Sulfure anhydre et acide anhydre.* — L'acide chlorhydrique sec n'attaque pas le sulfure d'étain cristallisé à la température ordinaire; mais, dès qu'on chauffe, la réaction commence : il se forme de l'acide sulfhydrique et du protochlorure d'étain, et la décomposition est d'autant plus rapide que la température est plus élevée; on a

$$SnS + HCl = SnCl + HS + (40,2 + 2,3 - 22 - Q)^{Cal};$$

il suffit en effet, pour que cette réaction soit possible, que la chaleur de formation Q du protosulfure d'étain soit inférieure à $20^{Cal},5$, ce qui a certainement lieu.

» II. *Sulfure anhydre et acide dissous.* — Si l'on considère la réaction

$$SnS + HCl \text{ dissous} = SnCl \text{ dissous} + HS \text{ dissous} + (40,6 + 4,6 - 39,3 - Q)^{Cal},$$

on voit qu'elle est possible, même avec de l'acide très dilué, si la quantité Q est inférieure à $5^{Cal},3$. De fait, à la température ordinaire, l'acide chlorhydrique peut attaquer le sulfure d'étain cristallisé, mais le degré de concentration de l'acide joue un grand rôle dans le phénomène; M. Berthelot a montré en effet (*Mécan. chim.*, II, p. 149-153-505) que les solutions qui contiennent des hydrates stables seuls, et celles qui renferment en outre des hydrates dissociables, c'est-à-dire de l'acide chlorhydrique anhydre, donnent des réactions différentes, les secondes produisant quelquefois même des phénomènes inverses de ceux qui se produisent avec les premières.

» Les faits que l'on observe avec le sulfure d'étain ont quelque analogie avec ceux que M. Berthelot a constatés sur la galène (II, p. 562-564). L'attaque de ce sulfure par l'acide étendu à froid commence déjà avec une liqueur renfermant 83^{gr} d'acide pour 1000^{gr} d'eau, liqueur bien plus diluée

que celle qui commence à contenir de l'acide anhydre; en présence d'un excès de sulfure, il se forme du chlorure d'étain, de l'acide sulfhydrique, et bientôt l'équilibre s'établit dans des circonstances assez complexes qu'il est intéressant d'examiner.

» 1° Quand on dirige un courant d'hydrogène sulfuré dans une solution de protochlorure d'étain, le précipité formé n'a pas toujours le même aspect. On peut obtenir du sulfure brun marron foncé, mais on peut avoir aussi des paillettes brun rouge, micacées, chatoyantes. Elles se produisent dans un certain nombre de circonstances, et en particulier quand on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré dans une solution saturée de protochlorure d'étain. Ces paillettes sont, non pas du sulfure d'étain, mais un chlorosulfure qu'un excès d'hydrogène sulfuré décompose ainsi que l'eau. Il est probable que la chaleur de formation de ce corps est intermédiaire entre celle du chlorure et celle du sulfure d'étain; son degré plus ou moins complet de décomposition par l'eau intervient dans l'établissement de l'équilibre.

» 2° Quand on met de l'acide chlorhydrique en présence d'un excès de sulfure d'étain, ou quand on dirige un courant d'acide sulfhydrique dans une solution de protochlorure, les choses se passent comme, par exemple, lorsqu'on fait agir du sulfate de plomb sur de l'acide chlorhydrique; au bout d'un certain temps l'équilibre s'établit dans la liqueur : on trouve à chaque température une infinité de quantités d'acides sulfurique et chlorhydrique capables de se tenir deux à deux en équilibre vis-à-vis du chlorure et du sulfate de plomb. Il en est ici de même pour les acides sulfhydrique et chlorhydrique, qui se maintiennent en équilibre vis-à-vis du chlorure et du sulfure d'étain.

» Si, au lieu de comparer entre elles les quantités de ces deux acides que renferme une liqueur en équilibre, on considère les proportions respectives d'acide chlorhydrique et de chlorure d'étain qu'elle contient, on s'aperçoit que pour chaque quantité d'acide il y en a deux de chlorure possibles, et très différentes entre elles. On se rend compte de ce fait, singulier au premier abord, en remarquant que la solubilité de l'acide sulfhydrique dans une liqueur diminue à mesure qu'elle s'enrichit en protochlorure. D'une part, une solution chlorhydrique faible attaque peu le sulfure d'étain, il se forme un peu d'acide sulfhydrique qui se dissout dans la liqueur sans la saturer, et une petite quantité correspondante de chlorure d'étain. Si, d'autre part, on dirige un courant d'hydrogène sulfuré dans une solution saturée de protochlorure, ce gaz y est presque insoluble; il se forme du sulfure d'étain,

et en même temps une petite quantité d'acide chlorhydrique capable d'équilibrer la faible proportion d'acide sulfhydrique qui sature la dissolution; mais il reste une grande masse de chlorure inaltéré. Or, si dans ces deux expériences on fait en sorte que la quantité d'acide sulfhydrique libre soit la même, celles d'acide chlorhydrique correspondantes seront aussi identiques, mais les proportions de chlorure que renfermeront les liqueurs en équilibre seront très différentes. On voit que, dans l'établissement de l'équilibre, ce chlorure joue un rôle considérable et presque mécanique, en rendant la solubilité de l'hydrogène sulfuré de plus en plus faible, à mesure qu'il se trouve, lui, en proportion de plus en plus considérable dans la liqueur.

» 3° Il y avait à examiner si, dans les solutions acides concentrées, il peut se former un chlorhydrate de chlorure d'étain, dont la décomposition par l'hydrogène sulfuré ne s'effectuerait pas comme celle du chlorure; mais il n'en est rien. Quand on fait arriver un courant d'acide chlorhydrique sur des cristaux du chlorure $SnCl, 2HO$, ils fondent, donnent une solution acide de protochlorure et un nouvel hydrate $SnCl, HO$. Il se produit encore quand, dans une solution saturée d'acide chlorhydrique et de chlorure d'étain, on laisse tomber des cristaux de l'hydrate $SnCl, 2HO$; ceux-ci blanchissent et se recouvrent de l'hydrate $SnCl, HO$, la chaleur de formation des hydrates dissociables d'acide chlorhydrique étant bien supérieure à celle que dégage $SnCl, HO$ en se combinant à un nouvel équivalent d'eau. Ainsi, dans les conditions ordinaires de température, il n'existe pas de chlorhydrate de chlorure dissociable par l'eau, et dont la présence serait venue compliquer encore les conditions de l'équilibre.

» 4° La température enfin joue un très grand rôle dans le phénomène; une solution acide, sans action à froid sur le sulfure d'étain, l'attaque à chaud, et, comme l'acide sulfhydrique est d'autant moins soluble que la température de la liqueur est plus élevée, on comprend que les conditions d'équilibre soient essentiellement variables avec la température à laquelle on opère.

» III. *Sulfure hydraté et acide dissous*. — L'acide chlorhydrique attaque à froid le protosulfure d'étain hydraté; la réaction est plus rapide qu'avec le sulfure anhydre, et elle commence avec une liqueur plus étendue; il se forme en effet du protochlorure d'étain dès que la solution renferme par litre 10^{gr} d'acide chlorhydrique. Les composés qui prennent naissance sont les mêmes qu'avec le sulfure cristallisé, et l'équilibre s'établit dans des conditions analogues; ici encore le chlorosulfure d'étain et le chlorure inter-

viennent, comme il a été expliqué plus haut, dans l'établissement de cet équilibre; une fois qu'il est atteint, l'addition d'une petite quantité d'eau suffit pour le rompre et pour faire apparaître dans la liqueur claire un précipité de sulfure régénéré, qui se forme tantôt d'une manière immédiate, et tantôt au bout de quelques minutes seulement.

» Avec le séléniure d'étain, les choses se passent tout comme avec le sulfure; quant au tellurure que l'acide chlorhydrique sec décompose aussi à chaud, il n'est pas attaqué par cet acide, même en solution concentrée. »

CHIMIE. — *Sur la fusibilité des sels.* Note de M. E. MAUMENÉ.

« D'après le bon conseil de M. Étard, les bains d'huile sont remplacés par un mélange d'azotates de potasse et de soude à équivalents égaux.

» Un accident de préparation m'a conduit à faire étudier les variations de température offertes par le mélange des divers sels et le changement des points de fusion. Je me suis occupé d'abord des azotates; les résultats obtenus m'ont décidé à faire continuer cette étude pour d'autres sels et pour les binaires chlorures, bromures, etc.

» Les azotates ont été purifiés avec de grands soins : l'azotate de potasse préparé par le bitartrate calciné, l'acide azotique pur et la cristallisation; l'azotate de soude par le bicarbonate cristallisé, etc.

» Les actions ont été produites dans le platine. La mesure des températures a été faite avec un thermomètre que j'avais construit moi-même.

» L'azotate de potasse fond à $+ 327^\circ$. J'ai retrouvé ce nombre tel que je l'avais obtenu autrefois pour étudier l'action du charbon sur un sel bien pur; je donne ce nombre sans correction.

» L'azotate de soude fond à 298°, point très fixe.

» Le mélange de M. Étard donne ainsi :

Calcul........... $313^\circ,8$; Observation.. .... 219° (M. Étard a donné 215°),

» C'est un abaissement de $94^\circ,8$ (Maumené), $98^\circ,8$ (Étard).

» Pour un mélange à poids égaux, le point de fusion s'abaisse encore un peu à 218° au lieu de 219°.

» Dans les mélanges à plusieurs équivalents pour un, nous avons trouvé :

AzO^5KO.	AzO^5NaO.	Calcul.	Observation.	Différence.
éq 3.....	1	$320^\circ,7$	265 à 247	— $55^\circ,7$ à $73^\circ,7$??
2.....	1	318,4	» 244	— » 74,4
1.....	1	313,8	» 219	— » 94,8
1.....	2	308,8	242 224	— 66,8 84,8??
1.....	3	306,2	267 237	— 39,2 69,2??

» Ces nombres ne peuvent être représentés par une courbe qui donnerait le moyen d'analyser les mélanges des deux sels en proportion quelconque par le point de fusion. La raison évidente, c'est l'irrégularité singulière des effets obtenus avec certains mélanges, celui de

$$3\,AzO^5KO + 1\,AzO^5NaO$$

par exemple. Je dois attirer l'attention sur ce fait qui s'est produit avec encore plus d'irrégularité pour le mélange AzO^5KO avec AzO^5AgO, comme je le dirai tout à l'heure.

» Dans le mélange $3\,AzO^5, KO + 1\,AzO^5, NaO$, les premiers cristaux se forment à $+ 265°$. Le thermomètre plongé dans le mélange et employé comme agitateur garde sa surface libre de tout encroûtement : il donne donc nettement les températures. Or on ne saisit plus aucun point fixe; le mercure descend assez régulièrement jusqu'à $+ 247°$, où la solidification est à bien peu près complète. Une irrégularité semblable a lieu pour les mélanges

$$1\,AzO^5, KO + 2\,AzO^5, NaO,$$
$$1 \quad » \quad + 3 \quad » \quad .$$

» Les mélanges de AzO^5, KO et AzO^5, AgO nous ont donné les résultats suivants :

1° $\qquad 1^{éq}AzO^5, KO + 1\,AzO^5, AgO.$

» Les premiers cristaux se déposent à $+ 169°$, le thermomètre descend jusqu'à 121°, sans point fixe; sa surface reste nette comme dans un liquide jusqu'à ce point, où la solidification oblige de le retirer.

» Le calcul donne pour le point moyen (sans influence) 246°,8. Il y a donc un abaissement de 77°,8 au moins, — de 125°,8 au moment de la solidification.

2° $\qquad 1,68\,AzO^5, KO + 1\,AzO^5AgO$ (poids égaux).

» Premiers cristaux à $+ 191°$, le thermomètre descend à 131° sans fixité, calcul 262°,5, abaissement 71°,5 au moins, 131°,5 à la solidification.

» Les mélanges d'AzO^5, NaO et AzO^5, AgO n'offrent pas ces irrégularités :

1° $\qquad 1\,AzO^5, NaO + 1\,AzO^5AgO$ (1 : 2 en poids).

» Le calcul du point de solidification, en supposant une moyenne,

donne 231°,7. On trouve un point fixe, mais à 251°,5; *la différence est en plus* et de 19°,8.

2° $2 AzO^5, NaO + 1 AzO^5, AgO$ (poids égaux).

» Le calcul indique +248°. L'expérience donne 263°; différence *en plus* 15°.

» Nous avons alors essayé le mélange des trois sels.

» A équivalents égaux, le calcul indique 258°,5.

» Les premiers cristaux se forment à 190°, la solidification n'est complète qu'à 130°; il y a donc abaissement d'au moins 68°, et à la solidification 128°,5.

» Le mélange de AzO^5, CaO donne le résultat le plus fort.

» Il est presque impossible de trouver directement le point de fusion de ce sel; on ne peut le fondre qu'au rouge sombre, mais non sans dégagement de vapeur rouge et séparation de CaO, dont on trouve des flocons en le dissolvant dans l'eau; mais on obtient la fusion d'un mélange, par exemple avec AzO^5, NaO, en faisant fondre ce dernier sel, seul, et ajoutant le sel calcaire, desséché, peu à peu. On voit de suite combien l'influence des deux sels est grande; les fragments de AzO^5, CaO, même plus épais que ceux de AzO^5, NaO qui restent encore, sont liquéfiés avant eux et la masse totale est bientôt fondue sans décomposition ni dégagement d'aucun gaz.

» Dans le mélange à poids égaux :

» Les premiers cristaux se forment à 235° et le thermomètre descend jusqu'à 216° avant d'accuser un point fixe; il s'y maintient d'une manière non douteuse pendant plus de cinq minutes.

» Si l'on admet pour l'AzO^6, CaO le point de fusion (ou de solidification) à 450°, ce qui me paraît au-dessous du point variable et de beaucoup, le calcul indique 374° pour le point du mélange.

» L'observation donnant 216°, nous avons là un abaissement de 158°, et, si l'on admettait 500° pour le sel calcaire, le calcul indique 399°, c'est-à-dire que l'abaissement serait de 183°. Je crois ce nombre plus vrai, tout en me proposant d'essayer une évaluation précise en chauffant $AzO^5 CaO$ dans la vapeur de soufre ([1]).

([1]) AzO^5, ZnO m'a donné des résultats sur lesquels tous les chimistes porteront, je crois, leur attention.

On sait que ce sel ne peut être chauffé, même légèrement, sans perdre de l'acide azotique et former des sous-sels ou des mélanges de sous-sel et d'oxyde.

Il m'a été par conséquent impossible de saisir un point fixe pour ce sel, qui peut être

» Dans une prochaine Communication, je donnerai les résultats fournis par les autres azotates et, je l'espère, une explication sérieuse des faits. »

ANALYSE CHIMIQUE. — *Sur un nouveau procédé de dosage de l'urée.* Note de M. L. **Hugounenq**, présentée par M. Wurtz.

« Sans effectuer toute la série des opérations indiquées par M. Bunsen, il est possible de doser l'urée dans l'urine en titrant alcalimétriquement le carbonate d'ammoniaque obtenu, quand on chauffe en vase clos au-dessus de 140° une solution aqueuse d'urée.

» Il suffit de filtrer l'urine sur du noir animal, de l'étendre d'eau et de la porter en tube scellé à une température suffisamment élevée.

» Il ne reste plus qu'à titrer le carbonate d'ammoniaque formé, en substituant au tournesol la couleur d'aniline, désignée par le commerce sous le nom d'*orange* n° 3.

» Les nombres qui suivent sont les résultats fournis par le dosage de l'urée dans quatre urines différentes :

Dosage par l'hypobromite, par litre.	Méthode alcalimétrique.	Procédé de Liebig.
19,4	20,6	25,0
11,3	12,0	16,5
32,4	32,7	34,5
12,7	13,0	16,7

---

chauffé au delà de + 160°, et revenir à la température ordinaire sans solidification.

J'ai essayé de le faire entrer tel quel dans le mélange de AzO^5NaO et de AzO^5CaO; comme j'avais introduit ce dernier dans le sel de soude, j'ai cru pouvoir chauffer AzO^5, ZnO et y plonger lentement, en plusieurs fois, la quantité de mélange des sels de NaO et CaO nécessaire pour constituer un mélange à équivalents égaux.

A peine plongés dans AzO^5, ZnO, les fragments de ce mélange, sans être chauffés au delà de leur point de fusion, 216°, deviennent le siège d'une action qui les couvre de bulles de vapeur rouge. Malgré l'agitation et un abaissement à 210°, le dégagement de ces vapeurs a lieu tant que le fragment n'est pas liquéfié. Il cesse de suite au dernier moment de cette liquéfaction, et les trois sels bien mêlés ne produisent pas une bulle, pas plus que l'azotate de ZnO tant qu'il était seul, même à 223°.

Le fait se reproduit à chaque immersion nouvelle (nous en avons fait sept), et, quand le mélange est liquide, on n'observe aucun dégagement.

C'est un exemple frappant de la différence d'une *action de contact* et de l'*action de*

» Le procédé alcalimétrique est applicable aux urines albumineuses, si l'on a soin de coaguler préalablement l'albumine par la chaleur.

» Il n'en est pas de même pour les urines qui contiennent du glucose ou de la magnésie en quantités notables (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'examen des corpuscules tenus en suspension dans l'eau.* Lettre adressée à M. Dumas par M. **Eug. Marchand.**

« Parmi les caractères essentiels de la potabilité de l'eau, celui de sa limpidité doit être impérieusement exigé. En général, et cela est ordinairement suffisant, on le constate en s'assurant, par un simple examen, de la transparence parfaite du liquide, mais on obtient un renseignement plus complet quand on fait traverser, par un rayon de soleil, l'eau renfermée dans un flacon de cristal entouré d'un papier noir portant deux ouvertures rectangulaires opposées, dont l'une est destinée au passage du fluide lumineux, tandis que l'autre reçoit le regard de l'observateur. Lorsque le liquide est optiquement pur, la lumière le traverse sans obstacle; mais, pour peu qu'il soit chargé de particules maintenues en suspension, chacune de ces particules, en s'éclairant, devient appréciable à la vue, lorsque, sans cet artifice, elles resteraient toutes invisibles.

» Il n'y a rien de nouveau dans ce mode d'examen : c'est l'application du procédé employé par M. Tyndall pour constater la pureté optique de l'air. Malgré cela, il ne paraît pas avoir été mis en œuvre jusqu'à ce jour; car, ayant pensé à m'en servir, il m'a conduit, tout récemment, à une constatation d'un très haut intérêt : il s'agit de la présence constante de certains corpuscules dans toutes les eaux du pays de Caux, et qui, j'en ai la certitude maintenant, doivent se retrouver dans les eaux naturelles de tous les pays.

» Ces corpuscules, qui, jusqu'à présent, avaient échappé à mes recherches, sont hyalins et doués d'un pouvoir réfringent à peu près égal à

---

mélange. Le thermomètre descend à $+170°$, où la solidification devient complète après quelques deux minutes de fixité environ.

Le calcul, pour un tel mélange, ne peut être fait avec un peu de précision. Si l'on admet que AzO^5, ZnO serait devenu solide à $+10°$, on trouve pour le point moyen $89°,5$. Ce point serait *relevé* de $80°,5$. Je n'insiste pas.

(¹) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire de Chimie de la Faculté de Médecine de Montpellier.

celui de l'eau. Parmi eux il en est qui présentent des vacuoles remplies d'eau ou de gaz. D'autres se présentent sous la forme de disques analogues aux diatomées discoïdes. Ils ont tous une densité supérieure à celle de l'eau de mer (1,026) qui en contient des myriades, au moins à Fécamp. Ils résistent aux attaques des acides minéraux dilués et à celle des alcalis caustiques étendus. Ainsi que je l'ai dit, je les ai retrouvés dans toutes les eaux que j'ai pu examiner jusqu'à présent : eau de mer, eau des sources et des puits, eaux courantes, eaux pluviales, et même dans l'eau distillée qui a subi pendant quelque temps le contact de l'air, ce qui porte à croire qu'ils sont répandus aussi dans l'atmosphère.

» Quoique présentant des diamètres de $0^m,002$ environ, ils sont tellement flexibles, tellement malléables, qu'ils passent au travers des filtres les plus serrés, car un grand nombre de ceux qui sont contenus dans les eaux prises en boissons traversent le rein et se retrouvent encore dans les urines.

» Les germes des euglènes existent parmi ces corpuscules, et cette circonstance explique la profusion avec laquelle les matières vertes, surtout celle qui porte le nom de Priestley, se développent dans tous les lieux exposés à la lumière solaire, directe ou diffuse, et à l'humidité.

» Parmi ces petits organismes, il en est qui me paraissent jouer un rôle éminemment actif dans l'épuration des eaux chargées de matières organiques en putréfaction, ou susceptibles d'y entrer lorsque ces eaux, qu'elles soient courantes ou stagnantes, sont exposées au contact de l'air. On sait que les matières en question s'oxydent alors et se transforment en acide carbonique et en ammoniaque ou en acide nitrique. Jusqu'à présent, on a admis que l'intervention de l'élément comburant se manifeste par une action directe. Je suis porté à croire, maintenant, qu'elle n'est que la conséquence d'un phénomène de nutrition subi par quelques-uns des corpuscules en question, peut-être même par tous.

» J'ai commencé, à cet égard, une série d'expériences et d'observations dont je soumettrai plus tard les résultats à l'Académie. Cette première Communication est faite surtout pour prendre date ; mais, dans tous les cas, la profusion avec laquelle ces petits êtres *non microscopiques* sont répandus me paraît devoir être considérée comme un signe certain de l'importance du rôle qu'ils sont appelés à jouer dans la nature. »

MINÉRALOGIE. — *Gisements, association et mode probable de formation de la barytine, de la célestine et de l'anhydrite.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« M. Gorgeu vient de publier un important travail sur un mode de formation possible de la barytine, de la célestine et de l'anhydrite à l'aide des chlorures alcalins fondus. Comme cette question est une de celles qui m'ont le plus occupé, je viens l'examiner à mon tour.

Barytine. — Le gisement de la barytine est intimement lié à l'existence de toute une grande classe de filons métallifères; c'est là un fait tellement frappant que sa connaissance remonte à l'origine de la métallurgie. Les minerais dont le sulfate de baryte est le compagnon habituel et souvent le précurseur sont des minerais sulfurés. D'un autre côté, tous les minerais sulfurés ne sont pas en relation avec du sulfate de baryte. Les métaux barytifères sont l'antimoine, l'arsenic, le plomb, l'argent, le mercure, le cuivre, le cadmium, le bismuth, le zinc et le manganèse. Or tous ces métaux, à l'exception des deux derniers, sont surtout à l'état de sulfures dans leurs gisements naturels; ils ont pour le soufre une affinité exceptionnelle; leurs sels sont précipités par l'hydrogène sulfuré, même dans une liqueur acide, mais surtout leurs combinaisons les plus stables, celles vers lesquelles ils marchent constamment, sont les combinaisons sulfurées. Le zinc et le manganèse font exception. Le sulfure de zinc est encore une des plus importantes combinaisons naturelles du zinc, mais dans bien des cas le sulfure de zinc s'est oxydé; la combinaison avec le soufre ne représente donc plus l'état d'équilibre le plus stable, c'est l'oxyde; mais à en juger par ce qui se voit dans les mines de blende, l'énergie qui sollicite le sulfure de zinc à passer à l'état d'oxyde est bien faible, car le sulfure n'est oxydé que sur une mince épaisseur, à l'exception des cas où des eaux chargées d'oxygène auraient, pendant longtemps, pénétré tout le gisement; au point de vue qui nous occupe ici, le zinc est donc un métal limite. Il en est tout autrement du manganèse; pour celui-ci, l'état d'équilibre définitif est le bioxyde. L'association du sulfate de baryte avec les minerais toujours suroxydés du manganèse a été longtemps pour moi un obstacle infranchissable, mais, depuis la publication du grand Ouvrage dans lequel M. Berthelot expose la partie de son œuvre scientifique qui comprend la Thermochimie, toute difficulté a disparu au sujet de l'association du sulfate de baryte avec les minerais suroxydés du manganèse; il y a plus, cette association fournira un

des arguments les plus décisifs qu'il me sera donné d'apporter pour prouver que toute une grande classe de minerais métallifères n'a pu se former dans l'eau, à la température et à la pression ordinaires. Quoi qu'il en soit, et laissant même de côté, si l'on veut, les oxydes de manganèse, une conclusion générale ressort de ce qui vient d'être exposé : c'est que l'association du sulfate de baryte avec les métaux dont l'état d'équilibre le plus stable correspond au sulfure ne peut être un phénomène d'association fortuite; il y a là quelque chose de profond et de fondamental qui implique, en particulier, pour les substances ainsi associées, une origine commune.

» Laissant de côté, pour la baryte, la question d'origine que j'ai étudiée ailleurs, et se plaçant au point de vue de l'observation pure, on constate que la barytine est surtout associée aux minerais sulfurés énumérés plus haut. Or plusieurs de ces sulfures sont très volatils; tous sont décomposables par la chaleur en présence de l'air, ce qui serait le cas puisque les filons sont toujours des cavités plus ou moins ouvertes; tous, chauffés en présence des chlorures alcalins fondus, éprouveraient des transformations profondes. Cet ensemble de faits, dont il serait bien facile d'allonger la liste, conduit à une même conclusion : c'est que les minerais dont la gangue renferme du sulfate de baryte n'ont jamais été soumis à l'action d'une température notablement élevée, et, à plus forte raison, n'ont jamais été en contact avec des chlorures alcalins amenés à l'etat de fusion ignée.

» *Célestine.* — Malgré les analogies si grandes qui existent à tous les points de vue entre la barytine et la célestine, leurs gisements sont aussi différents que possible; la barytine existe surtout dans les filons, tandis que le gisement le plus habituel et le plus important de la célestine est dans les terrains salifères, où elle est associée au gypse et au sel gemme. C'est avec cette association qu'elle se montre en petits filons à Salzbourg, à Bex, à Bristol, à Toul, et surtout dans les gisements célèbres de la Sicile; enfin on sait que c'est dans les marnes vertes dépendant de la formation gypseuse qu'on recueille à Montmartre et ailleurs, aux environs de Paris, les rognons de strontiane sulfatée calcarifère si connus depuis longtemps.

» Les gypses des terrains salifères renferment, comme je l'ai montré ailleurs, des proportions très sensibles de sulfate de strontiane à l'état de dissémination complète : j'ai fait voir ensuite qu'il en était de même pour les gypses dissous dans les eaux des mers actuelles, et j'ai tiré de ce double fait chimique un premier argument en faveur de l'idée que les gypses et les autres sels des terrains sédimentaires provenaient simplement de l'éva-

poration de portions d'anciennes mers. Mais, comme question de fait, les gypses des terrains salifères sont strontianifères. Dès lors, si ces gypses sont riches en matières organiques, *comme ceux de la Sicile* et *tous ceux qui contiennent du soufre libre*, il se forme dans leur intérieur des polysulfures de calcium et de strontium ; ces polysulfures, dissous et entraînés par l'eau, donnent, au contact de l'air, du sulfate de chaux, du carbonate de chaux, du sulfate de strontiane et *du soufre libre*. Telle est l'origine exclusive du soufre de Sicile. La réaction qui l'a produit est identique à celle que M. Daubrée a fait connaître dans ces derniers temps pour des soufres de formation évidemment contemporaine trouvés en différents points de Paris et qui sont isolés là où des platras et des matières organiques avaient accidentellement été réunis. D'ailleurs, en dehors de toute idée sur la formation du soufre et de la célestine, il suffit d'examiner les magnifiques échantillons de soufre de Sicile qui existent dans toutes les collections et de remarquer l'implantation complète de cristaux de célestine sur des cristaux de soufre pour acquérir immédiatement la certitude que les cristaux de sulfate de strontiane se sont déposés sur le soufre à une température inférieure à celle de la fusion de ce dernier corps.

» *Anhydrite.* — L'anhydrite alterne souvent avec le sel gemme, ce qui rentrerait dans l'hypothèse de M. Gorgeu, mais ce sulfate anhydre est tout aussi commun dans le gypse : c'est ce qui a lieu, en particulier, pour tous les gypses triasiques du sud-est de la France ; de plus, la ligne de séparation entre le gypse et l'anhydrite est souvent absolument nulle. Il est donc impossible que de l'anhydrite dissoute dans du chlorure de sodium fondu ait pu venir ainsi alterner avec du gypse qui commence à perdre son eau au-dessus de 100°.

» De tout ce qui précède je tire cette conclusion, que les expériences de M. Gorgeu ne peuvent, en aucune façon, être invoquées pour expliquer la formation de la barytine, de la célestine et de l'anhydrite existant *dans les filons* et *dans les terrains salifères*; mais il s'en faut de beaucoup que je considère les procédés de M. Gorgeu comme devant être rejetés; quand la question chimique des volcans sera attaquée comme elle doit l'être, les expériences de M. Gorgeu prendront une importance dont il n'est pas même possible à l'heure actuelle de prévoir toute la portée. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence exercée par les principes contenus dans l'eau de mer sur le développement d'animaux d'eau douce.* Note de M. **H. de Varigny**, présentée par M. Vulpian.

« Il peut être intéressant de rechercher quels sont, parmi les principes salins contenus dans l'eau de mer, ceux qui exercent l'action la plus nuisible sur les animaux d'eau douce. A cet effet, j'ai étudié l'influence de ces principes sur le développement des œufs et sur les animaux mêmes. Il ne sera question dans cette Note préalable que des expériences faites sur les œufs de grenouilles et sur les têtards.

» Parmi les principes dissous dans l'eau de mer, il en est deux sur lesquels il semble inutile de faire des recherches expérimentales : ce sont le sulfate de chaux et le carbonate de chaux. La nature, en effet, nous montre par de nombreux exemples que le développement des œufs et des têtards se fait parfaitement bien dans les eaux saturées de gypse et de calcaire. Du reste, la quantité de ces principes que l'eau peut dissoudre est, on le sait, extrêmement faible. Nous avons donc laissé de côté ces deux sels.

» Restent, parmi les principes contenus en quantité notable dans l'eau de mer, les chlorures de sodium, de magnésium et de potassium et le sulfate de magnésium.

» Il y a environ $2^{gr},20$ de sulfate de magnésie par litre dans l'eau de mer. Une solution d'eau de rivière contenant cette proportion de ce sel et renfermant quelques herbes aquatiques a reçu une assez grande quantité d'œufs de grenouille. Les œufs y ont parfaitement éclos, et les petits s'y sont très bien développés, sans que la mortalité dépassât celle que nous observions dans des bocaux contenant de l'eau pure et souvent renouvelée. Le sulfate de magnésie ne nuit donc pas à l'éclosion des œufs ni au développement des têtards. J'ajouterai que les têtards nés dans la solution renfermant $2^{gr},20$ de sulfate de magnésie par litre n'ont aucunement souffert lorsque peu à peu la proportion du sel a été accrue au point que le rapport était de 4^{gr} par litre.

» Le sulfate de magnésie n'est donc pas, à la dose où il existe dans l'eau de mer, un principe nuisible aux animaux d'eau douce.

» Le chlorure de potassium, que l'on trouve à la dose d'environ $0^{gr},7$ par litre, n'est pas non plus un principe bien actif. Dans une solution renfermant ce sel dans la proportion indiquée, les œufs se sont

très bien développés, et les têtards n'en ont pas souffert. J'ai pu élever la teneur du liquide à plus de 3^{gr} par litre sans inconvénient pour eux.

» Le chlorure de magnésium existe dans l'eau de mer à la dose d'environ $3^{gr},5$. Les œufs placés dans une solution renfermant ce sel à la dose indiquée se sont bien développés; les têtards y ont vécu sans peine, et, à l'heure qu'il est, ils vivent dans une solution renfermant une quantité un peu plus considérable de ce sel, soit 4^{gr} par litre.

» Ces trois sels, chlorure de magnésium, chlorure de potassium et sulfate de magnésium, ne semblent exercer aucune mauvaise influence sur le développement des œufs ni sur celui des têtards. Il en est autrement du chlorure de sodium. Ce sel, qui se trouve à la dose de 20^{gr} ou 25^{gr} par litre d'eau de mer, nuit beaucoup au développement des œufs de grenouille et des têtards. Il m'a été impossible d'obtenir une seule éclosion dans une solution contenant 20^{gr} par litre. Le manque d'œufs de grenouille m'a empêché de savoir à partir de quelle dose la présence du chlorure de sodium entrave l'éclosion. L'influence de ce sel sur le développement des têtards est considérable. Je n'ai pu faire vivre dans une solution composée de 2^{lit} d'eau douce et de 2^{lit} d'eau de mer que des têtards déjà âgés, encore apodes, il est vrai, mais longs de $0^{m},04$ ou $0^{m},05$. Les têtards de dix ou vingt jours y sont toujours morts rapidement. Pour ces derniers, ils ne peuvent vivre dans une solution contenant plus de 10^{gr} à 12^{gr} de sel par litre; encore faut-il agir progressivement.

» Les têtards âgés de un mois ou six semaines que l'on force à vivre dans une solution composée d'eau douce et d'eau de mer à parties égales se développent très peu et ne grossissent guère.

» En résumé, le chlorure de sodium est, dans l'eau de mer, le principe de beaucoup le plus nuisible au développement des animaux d'eau douce.

» D'autres expériences en cours, sur les têtards et sur d'autres animaux, seront communiquées ultérieurement ».

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Application du chauffage des vins pour la conservation des vins de consommation courante, dits* « vins de coupage ». Note de M. E. **Houdart**, présentée par M. Pasteur.

« J'ai fait de nombreuses expériences qui me permettent de présenter à l'Académie les résultats obtenus par l'emploi du chauffage appliqué à la conservation des vins de coupage, destinés plus spécialement à l'alimentation au détail de la population parisienne.

» Les ravages grandissants du Phylloxera venant chaque année réduire nos récoltes nous obligent malheureusement à être de plus en plus tributaires des vins étrangers, surtout pour les vins de consommation courante. Considérant leurs provenances, ces vins sont presque tous riches en matières saccharines; coupés avec nos vins frais et légers, ils constituent un vin vraiment bon et avantageux, mais ils ne répondent plus aux exigences de la consommation de détail qui, recevant de l'épicerie parisienne ses vins beaux, clairs et bien livrés par 12^{lit} ou 25^{lit}, ne peut plus parfois les conserver dans des logements où ils supportent une température assez élevée, qui les fait refermenter par le fait de la proportion de sucre qu'ils contiennent toujours.

» C'est pour obvier, autant que possible, à ces inconvénients de fermentation secondaire, que, depuis tantôt quatre ans, je me suis livré à de nombreux essais de chauffage. Cette longue série d'expériences et les bons conseils de M. Pasteur m'ont conduit à combiner un appareil qui me donne les résultats suivants :

» Le vin, pris à la température ambiante des caves, soit en été de 12° à 15°, est chauffé au bain-marie dans un appareil à circulation continue, à l'abri complet du contact de l'air, atteint une température de 55° à 60° et ressort entre 16° et 19°; le refroidissement du vin sortant se fait par le vin entrant; le chauffage a lieu par le gaz avec retour de flammes, et est modéré par un régulateur qui, agissant automatiquement par le vin chaud sortant, règle l'arrivée du gaz pour conserver au vin chauffé une température constante. Le courant du vin est réglé par une canelle à vis volante, munie d'un cadran indicateur permettant d'apprécier des fractions d'ouverture infinitésimales.

» Mon appareil est alimenté par deux réservoirs de chacun $12\,000^{lit}$, placés à l'étage supérieur, et le vin, sortant refroidi de l'appareil, remplit directement les barriques, préalablement rincées à deux eaux bouillantes et bien méchées.

» Le débit de l'appareil est de 30^{hlit} à l'heure; la dépense est d'environ $0^{m},5$ de gaz par pièce, soit environ $0^{fr},15$ par barrique ou $0^{fr},07$ par hectolitre.

» J'ai livré, l'été dernier, près de 10000 barriques de vin de coupage chauffé dans les conditions ci-dessus, et n'ai plus eu, comme précédemment, de plaintes de fermentation.

» J'estime enfin que ce chauffage raisonné, dans les conditions où je le pratique, ne modifie en rien l'état physique et analytique du vin; le goût

et la couleur, entièrement intacts, ne sont nullement vieillis, ainsi qu'on a pu le prétendre, au point qu'il est pour le moins très difficile à un dégustateur expert d'établir une différence quelconque sur le même vin, avant et après chauffage.

» J'ai d'autant plus de confiance dans les résultats obtenus, que j'ai pu, dès le printemps dernier, donner à ma clientèle le conseil de laisser ses vins d'étalage exposés à la chaleur de la montre de ses magasins, et que, dans ces conditions, aucun cas de fermentation ne s'est présenté.

» J'ajouterai enfin que, sur mes conseils, la mise en litres est toujours pratiquée à l'aide d'un fosset à coton ayant pour objet de filtrer l'air entrant dans le fût, en le débarrassant de tous les germes de ferments dont il peut être le véhicule.

» Je ne crois donc pas trop m'avancer en prédisant une grande et générale application du chauffage des vins, pour leur conservation, aux vins dits de coupage, destinés plus spécialement à l'alimentation de détail de la grande consommation. »

M. **Trève** informe l'Académie qu'à la suite de l'examen, par le Conseil d'Amirauté, des propositions qu'il a faites en vue d'éviter les explosions de chaudières, par voie de surchauffe, l'expérimentation de son procédé vient d'être prescrite sur des chaudières d'atelier, tant dans les arsenaux que dans les établissements de la Marine.

M. **Reynier** adresse de la Nouvelle-Calédonie la description et le dessin d'un Agaric phosphorescent.

M. G. **Antoine** adresse à l'Académie un Mémoire relatif à la troisième loi de Kepler.

M. D. **Klein** demande et obtient l'autorisation de retirer du Secrétariat trois plis cachetés qu'il avait déposés à la date du 22 juillet 1876 et du 11 septembre 1876 et qui avaient été inscrits sous les numéros 3032, 3218 et 3219.

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 JUILLET 1883.

Catalogue de la bibliothèque de feu M. J. DECAISNE, *classé par* M. J. VESQUE, avec une Notice biographique de M. le Dr ED. BORNET. Paris, Ad. Labitte, 1883; in-8°.

Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon; t. III. Lyon, H. Georg, 1883; in-4° cartonné.

Fourmis, abeilles et guêpes; par Sir JOHN LUBBOCK. Paris, Germer-Baillière, 1883; 2 vol. in-8° reliés. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Essais de Géométrie supérieure du troisième ordre; par M. C. LE PAIGE. *Addition*. Bruxelles, F. Hayez, 1883; in-8°. (Présenté par M. Hermite.)

Synopsis des Diatomées de Belgique; par le Dr H. VAN HEURCK. Anvers, édité par l'auteur, 1880-1883; 6 fasc. in-8°, texte et planches. (Renvoyé au Concours Desmazières.)

Mémoires et bulletins de la société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; année 1881. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret, 1882; in-8°.

Annales de l'Université de Bruxelles. Faculté de Médecine, t. III, 1882. Bruxelles, H. Manceaux, 1882; in-8°.

Les anomalies musculaires chez l'homme; par le Dr L. TESTUT; 3e fascicule, p. 337 à 574. Bordeaux, Imp. Gounouilhou, 1883; in-8°.

Traité d'Anatomie comparée pratique; par le prof. C. VOGT et E. YUNG; 1er et 2e livraisons. Paris, Reinwald, 1883; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Etude sur la constitution moléculaire des corps, etc.; par G.-A. Love. Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-8°.

Le monde physique; par A. GUILLEMIN; t. IV. *La chaleur;* 17e série, liv. 162 à 171. Paris, Hachette, 1883; in-8° illustré.

De la fièvre typhoïde. Ses causes. Son traitement spécifique par le sulfate de quinine; par le Dr RÉZARD DE WOUVES. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1883; in-8°.

Moteurs à vapeurs. Etude pratique sur l'échappement et la compression de la vapeur dans les machines; par O. HALLAUER. Paris, Gauthier-Villars, 1883; br. in-8°.

Observations sur le mouvement et le choc des systèmes invariables; par P. Garrigou-Lagrange. Paris, Gauthier-Villars, 1883; br. in-8°.

Troisième Note sur les Dinosauriens de Bernissart; par M. L. Dollo. Bruxelles, imp. Hayez, 1883; br. in-8°.

Den norske nordhavs-expedition 1876-1878. X. *Meteorologi af* H. Mohn. Christiania, 1883; in-4°.

Annual report of the chief signal officer to the secretary of War for the fiscal year ending june 30, 1880; part. I, II. Washington, government printing office, 1881; 2 vol. in-8°. (Deux exemplaires.)

ERRATA.

(Séance du 18 juin 1883.)

Page 1806, lignes 3, 4 et 5, *lisez :* l'élimination de l'élément *centrifuge* donne naissance à l'élément *femelle;* l'élimination de l'élément *centripète* produit l'élément *mâle.*

(Séance du 25 juin 1883.)

Page 1850, ligne 6, *au lieu de* en somme, *lisez* chacun.

Page 1878, lignes 5, 6 et 7, *au lieu de* puisque M. Élie de Baumont a comparé des cristallisations de ces acides des cadavres unis à la baryte à un de ces sels à l'intérieur de l'Etna, *lisez* puisque M. Élie de Beaumont a comparé une des cristallisations de ces acides des cadavres unis à la baryte, à l'intérieur de l'Etna.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUILLET 1883
PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur la pyro-électricité dans la blende, le chlorate de sodium et la boracite.* Note de MM. C. **Friedel** et J. **Curie**.

« Nous avons montré, dans nos deux Notes sur la pyro-électricité du quartz ([1]), que, lorsqu'un cristal hexagonal présente, comme le quartz, trois axes horizontaux d'hémimorphisme, et par conséquent de pyro-électricité, et qu'il est échauffé ou refroidi régulièrement, il y a compensation des effets produits par les axes de pyro-électricité, et il ne se manifeste pas de pôles électriques de noms contraires le long des deux arêtes opposées du prisme hexagonal. Si, au contraire, on vient à chauffer sur un de ses points une plaque normale à l'un des axes de pyro-électricité, il se produit des pressions latérales dont le résultat est un dégagement d'électricité positive sur une face et négative sur l'autre.

» Les cristaux cubiques affectés d'hémiédrie tétraédrique présentent des phénomènes de tous points semblables. Supposons, en effet, que la normale à la face naturelle ou artificielle sur laquelle on opère fasse, avec

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVI, 30 avril et 14 mai 1883.

les trois axes du cube, des angles α, β et γ. Les grandes diagonales du cube, normales aux faces a^1, c'est-à-dire les axes d'hémimorphisme, font avec les mêmes directions des angles égaux entre eux a^1p, p étant le pôle d'une des faces du cube. En appelant x le pôle de la face en question, on aura pour l'angle des normales à ces deux faces, contenues dans le même quadrant,

$$\cos xa^1 = \cos a^1p(\cos\alpha + \cos\gamma + \cos\beta).$$

» Pour les cosinus des angles de la même face x avec les faces de l'octaèdre contenues dans les trois quadrants voisins, il n'y aura rien de changé, si ce n'est l'un des signes du cosinus de l'angle que fait a^1 avec l'un des axes du cube. On aura donc

$$\cos xa_1^1 = \cos a^1p(\cos\alpha - \cos\gamma + \cos\beta),$$
$$\cos xa_2^1 = \cos a^1p(\cos\alpha + \cos\gamma - \cos\beta),$$
$$\cos xa_3^1 = \cos a^1p(-\cos\alpha + \cos\gamma + \cos\beta).$$

» Pour avoir l'action totale relative aux quatre axes d'hémimorphisme, en admettant, comme nous l'avons fait précédemment, qu'elle est proportionnelle pour chaque axe à la projection sur cet axe de la dilatation δ, il faut multiplier par δ chacun des quatre cosinus précédents, en affectant du signe — les trois derniers, pour lesquels l'électricité est de signe contraire à celle du premier, et faire la somme. Or cette somme est nulle.

» Cette déduction est entièrement confirmée par l'expérience. Pour la vérifier, nous avons opéré d'abord sur la blende qui, ainsi que l'un de nous l'a reconnu ([1]), présente les phénomènes de la pyro-électricité lorsqu'on dépose sur une plaque taillée normalement à l'une des grandes diagonales du cube une demi-sphère métallique chauffée.

» Nous avons constaté de deux manières différentes que si la plaque ou le cristal de blende est chauffé régulièrement, il n'y a pas formation de pôles électriques.

» Nous avons pris d'abord un dodécaèdre rhomboïdal extrait par clivage d'une masse en belles lames de blende de Santander; nous l'avons chauffé dans une étuve en le suspendant par un fil très fin, et nous avons présenté divers points de sa surface à l'extrémité d'un fil en communication avec les secteurs de l'électromètre Thomson-Mascart. Nous n'avons constaté en aucun point un dégagement notable et régulier d'électricité, pas

---

([1]) *Bulletin de la Société minéralogique de France*, t. II, p. 31; 1879.

même aux extrémités des axes d'hémimorphisme qui correspondent aux sommets des angles trièdres du dodécaèdre rhomboïdal.

» Nous avons fait la même expérience avec des plaques taillées normalement à l'un des axes d'hémimorphisme qui avaient servi à démontrer l'existence de la pyro-électricité dans la blende. Elles n'ont pas non plus donné d'électricité, ni sur l'une ni sur l'autre de leurs faces.

» Nous avons eu recours enfin à un procédé que nous avions déjà employé pour le quartz. Au lieu d'opérer avec un petit hémisphère métallique et une plaque d'une surface notablement plus grande que celle de la surface plane de l'hémisphère, nous l'avons fait avec un hémisphère de plus grande dimension et avec des plaques plus petites. Nous nous sommes arrangés de telle façon que, dans les deux cas, la surface de contact fût sensiblement la même. Lorsque la plaque dépasse l'hémisphère, nous avons toujours obtenu de la façon la plus régulière un dégagement très notable d'électricité, et d'électricité de signes opposés sur les deux faces de la plaque. Quand, au contraire, la plaque était plus petite que l'hémisphère et, par conséquent, l'échauffement plus régulier, nous n'avons plus obtenu que des indices très faibles et irréguliers d'électricité.

» Nous avons pu faire, quoique plus difficilement, des observations tout à fait analogues sur des cristaux et sur des lames taillées de chlorate de sodium. La difficulté principale provient de ce que cette substance attire l'humidité de l'air et devient alors conductrice. Mais nous avons réussi à obtenir de bons résultats en opérant sur des cristaux préalablement chauffés et restés à une température de 40° ou 50°. Nous avons déposé sur une face taillée sur le cristal, parallèlement à une des faces du tétraèdre, un très petit cylindre métallique chauffé à 100° environ. Nous avons obtenu sur deux faces, correspondant l'une à la base, l'autre au sommet du tétraèdre, des dégagements d'électricité égaux et de signes contraires. En employant de même la demi-sphère métallique qui débordait la face de tous les côtés, nous n'avons plus observé de dégagement d'électricité.

» Nos conclusions pouvaient être soumises à une épreuve bien plus délicate encore.

» On sait que la boracite est fortement pyro-électrique; elle a passé longtemps pour cubique, et c'est seulement depuis les belles recherches de M. Mallard sur les phénomènes optiques anormaux que l'on sait qu'elle est, en réalité, formée de douze pyramides orthorhombiques avec leurs sommets au centre du solide, et présentant des axes d'hémimorphisme qui

sont parallèles aux petites diagonales des bases de ces pyramides. Il n'y a donc là rien qui soit en contradiction avec notre manière de voir.

» Mais, récemment, M. Mallard a fait cette observation intéressante, que la boracite devient réellement cubique à une température de 265° environ et conserve cet état jusqu'à la fusion ([1]). Il y avait lieu de rechercher si, lorsque la boracite est cubique, elle reste pyro-électrique comme aux températures plus basses, où elle est orthorhombique.

» Nous avons pris un cristal de boracite, sur lequel deux faces avaient été taillées parallèlement entre elles et à l'une des faces du tétraèdre. Nous l'avons disposé dans une petite étuve à huile, de façon que le cristal reposât, par une de ces faces, sur un plan métallique soutenu au milieu de l'étuve et en communication électrique avec la terre. Sur l'autre face était placé un petit cylindre métallique en communication, par un fil fin, avec deux des secteurs de l'électromètre. Un thermomètre, placé près du cristal, indiquait la température.

» L'étuve était chauffée jusqu'à 300-320° et maintenue pendant quelque temps à cette température. On ôtait ensuite la lampe et on enlevait la communication qui jusqu'à ce moment avait réuni avec la terre le petit cylindre métallique et les deux secteurs de l'électromètre.

» On voyait alors l'aiguille de l'électromètre rester immobile ou ne subir que des déplacements très faibles pendant que la température s'abaissait de son maximum jusque vers 265°. Tout à coup, au moment où cette température était atteinte, on voyait l'aiguille se déplacer rapidement et l'image sortir de l'échelle; on pouvait même, à plusieurs reprises, décharger le cylindre et voir encore l'image sortir du champ. Puis le dégagement devenait moins fort, s'annulait et l'on pouvait observer une ou plusieurs inversions de signe de l'électricité dégagée. En retournant le cristal, de manière à mettre en contact avec le cylindre la face qui, dans la première expérience, avait été en communication avec la terre, on observait la même succession de phénomènes avec inversion de signes. Ce qui se produisait était donc bien de la pyro-électricité. Nous nous sommes assurés d'ailleurs, comme il était bien probable, que le cristal de boracite n'est pas sensiblement meilleur conducteur de l'électricité aux températures où il ne donne aucun indice d'électricité qu'à celles où il en fournit abondamment.

» Nous avons varié l'expérience de plusieurs manières. Grâce à l'obli-

---

([1]) *Bulletin de la Société minéralogique*, t. V, p. 216, 1882, et t. VI, p. 122, 1883.

geance de M. Mallard, nous avons pu opérer sur une petite lame mince, taillée parallèlement à a^1 et qui lui avait servi pour ses observations optiques. Elle était formée de trois portions de cristal se pénétrant assez irrégulièrement, mais s'éteignant dans les trois directions régulières.

» En opérant comme il a été dit plus haut, nous avons observé exactement les mêmes phénomènes, si ce n'est que la température indiquée par le thermomètre au moment du dégagement électrique était un peu plus basse; mais il est évident que le thermomètre ne peut pas indiquer la vraie température du cristal. Une autre différence à signaler, c'est que nous n'avons plus constaté qu'une seule inversion de signe, dans le dégagement électrique, pendant le refroidissement.

» Nous avons encore obtenu des résultats tout semblables en plaçant soit la plaque de la première expérience, soit des cristaux entiers entre les deux extrémités d'une pince formée de fils de platine soudés dans des tubes de verre et dont l'un était en communication avec la terre, l'autre avec deux des secteurs de l'électromètre. La pince était introduite soit dans l'étuve à huile, soit dans une autre étuve formée d'un vase en fer fixé dans une petite marmite remplie d'un mélange d'azotate de sodium et d'azotate de potassium. On évite ainsi les vapeurs de l'huile fort gênantes à la température qu'il est nécessaire d'atteindre. Dans ces conditions encore, et toujours aux environs de la température indiquée par M. Mallard pour le changement de forme cristalline de la boracite, nous avons reconnu un fort dégagement d'électricité polaire; ce dégagement est même si intense qu'il nous paraît dépasser de beaucoup ce qui correspondrait à la pyro-électricité régulière observée à une température inférieure pour un même intervalle. Il y aurait là un phénomène spécial dû au changement d'état et accompagné probablement d'un changement de densité.

» Nous ne voulons pas maintenant entrer dans l'étude de ce phénomène ni de ceux assez compliqués qui suivent ce premier dégagement d'électricité. Nous comptons revenir plus tard sur ce sujet, dont l'étude est rendue fort délicate par la structure si complexe de la boracite et par la petite dimension des cristaux sur lesquels il faut expérimenter.

» Tout ce que nous voulons retenir pour le moment, c'est que la boracite ne devient pyro-électrique, dans des conditions de refroidissement régulier, que lorsqu'elle cesse d'être cubique.

» C'est une preuve bien frappante, nous semble-t-il, de l'exactitude des considérations que nous avons fait valoir dans nos Notes sur la pyro-électricité du quartz et au commencement de celle-ci.

» Nous pensons pouvoir conclure de ces faits, d'une manière générale, que dans les substances hexagonales ayant trois axes horizontaux d'hémimorphisme et dans les substances cubiques appartenant au mode d'hémiédrie tétraédrique, lorsqu'il y a échauffement ou refroidissement régulier du cristal, c'est-à-dire lorsque les dilatations sont égales par rapport aux différents axes en question, il y a compensation au point de vue pyroélectrique et l'on n'observe aucun dégagement d'électricité. On en obtiendra au contraire lorsqu'une variation irrégulière de la température ou une compression intéressant certains axes plus que d'autres produira des dilatations inégales. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* (1).
Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« *Séparation d'avec le tellure.* — La liqueur, contenant le tellure à l'état d'acide tellureux, est additionnée d'une assez notable quantité d'acide chlorhydrique et saturée à froid par l'hydrogène sulfuré. Il se précipite du sulfure de tellure, tandis que le gallium se retrouve dans le liquide filtré; celui-ci n'est cependant pas toujours absolument dépouillé de tellure. Dans le cas d'une analyse rigoureuse, on fera donc bouillir pendant quelques minutes la liqueur claire en y faisant passer de l'hydrogène sulfuré et l'on recueillera sur un filtre les faibles traces de sulfure de tellure produites par cette seconde opération. Quand la masse du liquide filtré est considérable, il est encore préférable de commencer par concentrer à petit volume avant de faire agir l'hydrogène sulfuré à chaud.

» *Séparation d'avec la silice.* — La solution (2) est fortement acidifiée par l'acide chlorhydrique et évaporée à siccité, d'abord à une température d'environ 100°; puis, à la fin, quand toute trace de liquide visible a disparu, on maintient l'essai vers 120° ou 125° pendant quinze à vingt minutes.

» Après refroidissement, la masse est humectée avec de l'acide chlorhydrique étendu et on effectue une seconde évaporation à sec dans les mêmes conditions.

» Le mélange de silice et de sels galliques est arrosé d'un peu d'acide

(1) *Comptes rendus*, juin 1883, p. 1838.

(2) S'il existe de l'acide sulfurique libre dans la liqueur, on le sature par un alcali fixe.

chlorhydrique, puis chauffé vers 100° pendant quelques minutes [1], en ayant soin qu'aucune partie de la matière ne se dessèche; on ajoute alors de l'eau et l'on chauffe jusqu'au voisinage de l'ébullition en agitant le liquide.

» La silice est recueillie sur un filtre et longuement lavée, d'abord avec de l'eau aiguisée par l'acide chlorhydrique, puis avec de l'eau pure.

» Le gallium s'extrait aisément de la liqueur filtrée en chassant par évaporation la majeure partie de l'acide chlorhydrique et précipitant la galline au moyen de l'hydrate cuivrique.

» Quelque soin qui ait été apporté au lavage de la silice, il reste presque toujours avec cette substance de faibles traces de gallium. Dans une analyse exacte, surtout s'il y a une quantité importante de silice, il faut reprendre par la potasse, sursaturer d'acide chlorhydrique et traiter comme il est dit plus haut. »

M. **Hirn** fait hommage à l'Académie d'une brochure qu'il vient de publier, sous le titre « Phénomènes dus à l'action de l'atmosphère sur les étoiles filantes, sur les bolides, sur les aérolithes. »

M. **Daubrée**, en déposant cet Ouvrage sur le Bureau de l'Académie, au nom de M. Hirn, présente les observations personnelles suivantes :

« En appliquant les principes de la Thermodynamique et à l'aide de raisonnements simples, notre savant Correspondant montre comment les phénomènes qui accompagnent l'apparition dans l'atmosphère des astéroïdes errants dans l'espace, leur lumière, leur rupture, leur bruit, dépendent directement et exclusivement de la vitesse de ces corps.

» La résistance énorme que subit l'astéroïde, dès qu'il entre dans la partie supérieure de notre atmosphère, suffit certainement pour produire des phénomènes lumineux et calorifiques intenses. Mais on ne saurait faire abstraction des actions chimiques qui doivent se produire alors; car les météorites ne peuvent être considérées comme des corps *entièrement brûlés*, ainsi que le suppose M. Hirn. Le fer métallique, le nickel, qui en est allié, le soufre à l'état de sulfure, le phosphore à l'état de phosphure, sans compter le carbone qui s'y trouve quelquefois, de petites quantités de silicium, l'hydrogène et l'oxyde de carbone occlus, tous ces corps entrent

---

[1] Ceci est nécessaire pour dissoudre entièrement les oxychlorures de gallium qui ont pris naissance lors de la dessiccation.

nécessairement en combustion, dès qu'ils se trouvent en présence de l'oxygène et à une si haute température.

» Quant à la poussière minérale arrachée alors par le choc de l'air, quelle qu'elle soit, elle devient aussitôt lumineuse, d'après M. Hirn, comme le devient la poussière de chaux ou de magnésie projetée dans la flamme du gaz oxyhydrique, comme le deviennent les matières solides qui se précipitent continuellement dans les gaz incandescents de la photosphère solaire.

» Parmi les résultats auxquels l'analyse conduit M. Hirn, on peut signaler celui-ci : que la différence de température produite par le choc d'un bolide contre l'air ne dépend nullement de la densité du gaz, mais seulement de la différence des pressions produites par le choc, différence indépendante de la densité et dépendant seulement, toutes choses égales d'ailleurs, de la vitesse du mobile. On voit pourquoi les étoiles filantes deviennent visibles à des hauteurs aussi considérables que celles qu'on a pu conclure de certaines observations faites simultanément en deux lieux très distants l'un de l'autre, hauteurs qu'on a évaluées à 100^{km}.

» L'auteur arrive ainsi à une autre conséquence non moins digne d'intérêt, c'est que notre atmosphère, quelle que soit d'ailleurs sa hauteur, a une limite *définie*.

» La résistance opposée par le gaz, qui est déjà très grande dans les parties les plus raréfiées de notre atmosphère, devient énorme dans les régions inférieures. De là une diminution très rapide de la vitesse, ce qui explique pourquoi les bolides nous arrivent avec une vitesse nulle. C'est l'air qui reçoit la plus grande partie de l'énorme chaleur développée par l'anéantissement de la vitesse de la météorite.

» Quant à la cause du bruit qui se produit à l'arrivée du projectile, M. Hirn l'explique, de même que pour le tonnerre, non seulement parce que la météorite écarte très rapidement les particules aériennes dans tout son parcours, mais encore parce que, porté brusquement à une très haute température, le gaz passe instantanément à un volume beaucoup plus considérable.

» Je demande la permission de faire remarquer que tous les résultats auxquels M. Hirn est conduit par le raisonnement et le calcul sont tout à fait d'accord avec ceux que j'ai déduits, il y a quelques années [1], en étu-

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 413 et 526 (1877); t. LXXXV, p. 115, 253 et 314 (1878); t. LXXXIX, p. 325 (1879). *Études synthétiques de Géologie expérimentale*, p. 624 à 701.

diant la même question expérimentalement, c'est-à-dire en imitant les cupules caractéristiques creusées à la surface des météorites au moyen des gaz fortement comprimés, que produit l'explosion de la poudre ou mieux encore celle de la dynamite, de la nitroglycérine ou du fulmi-coton.

» Quelque habitué que l'on soit à manier ces corps, on est surpris de la puissance que peuvent posséder les gaz, lorsque, au lieu de tourbillonner dans un espace clos, ils sont violemment projetés dans une direction déterminée.

» Quand on cherchait à attribuer à la pression de l'air la part principale dans la rupture des bolides, on était arrêté, tout d'abord, par cette objection que cette rupture si violente, et s'exerçant souvent sur des masses très tenaces, a lieu dans des régions fort élevées de l'atmosphère, où l'air est extrêmement raréfié. C'est ainsi que Poisson a été conduit à en chercher ailleurs la cause.

» Cette objection trouve une réponse dans les expériences dont il s'agit, où une quantité de gaz extrêmement faible produit des effets extrêmement considérables. Un poids de gaz de $1^{kg},5$, agissant sur un prisme d'acier, y produit, à part divers affouillements de surface, d'abord des ruptures qu'opéreraient à peine des pressions de 1 million de kilogrammes, c'est-à-dire la pression d'un poids 600 000 fois plus grand que celui du gaz, cause de ces déchirements; puis, des écrasements qui ne peuvent correspondre à moins de 3000^{atm}.

» Ce poids de $1^{kg},5$ de gaz s'appliquait sur une surface du prisme d'acier ayant 134^{cq}, ce qui en moyenne correspondait à un poids de gaz de $0^{gr},116$ par millimètre carré. Or on peut voir, par un calcul bien simple, que la masse d'air qu'un bolide rencontre et qu'il comprime dans les hautes régions de l'atmosphère est tout à fait du même ordre (¹).

» D'après l'énergie que les gaz acquièrent instantanément sous de si énormes pressions, je concluais donc qu'elle suffisait à briser les corps les plus résistants, à la manière de puissants marteaux-pilons et qu'il n'y avait pas à chercher ailleurs les causes de la *rupture des bolides*, nom qu'il convenait de substituer à celui d'*explosion*, très souvent employé.

» Ces expériences expliquent très bien aussi la formation des traînées de poussières lumineuses qui servent de cortège aux météorites, ainsi que l'arrivée de poussières extra-terrestres ou cosmiques sur notre globe.

» A raison de la faiblesse ordinaire des érosions subies par les météo-

---

(¹) *Études synthétiques de Géologie expérimentale*, p. 699.

rites, depuis leur rupture en fragments polyédriques, j'ai conclu, comme M. Hirn le fait aujourd'hui, que ces corps, lors même que la chute en apporte des centaines, ne sont pas séparés les uns des autres et isolés, lorsqu'ils entrent dans l'atmosphère terrestre.

» D'ailleurs, leur mode de dispersion à la surface du sol conduit au même résultat : il ne peut correspondre à des trajectoires qui auraient été séparées, dès l'apparition du bolide.

» Enfin, dans les mêmes expériences, les cupules excavées dans des pièces d'acier par les gaz de dynamite présentent souvent, sur une partie de leur périphérie, un rebord ou bourrelet en forme de bavure. Ces cupules ressemblent au *logement* d'un projectile lancé par un canon dans une plaque métallique où il pénètre. Les gaz arrachent donc et refoulent l'acier, comme le ferait l'action d'un poinçon du même métal. Les gaz aussi fortement comprimés se comportent comme des corps momentanément solides, qui posséderaient une grande cohérence et une dureté assez considérable pour entailler le fer.

» De très fortes pressions modifient donc singulièrement les caractères qu'on avait crus autrefois essentiels aux trois états, solide, liquide et gazeux; tandis qu'elles forcent les corps solides à s'écouler comme des liquides, elles font agir les gaz à la manière de corps solides et incompressibles, effaçant ainsi des démarcations consacrées par l'usage et montrant la continuité ou mieux l'unité réelle d'action pour les différents états de la matière. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu *Cornalia*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 33,

M. Gilbert obtient. . . . . 33 suffrages

M. Gilbert, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE. — *Spectres d'émission infra-rouges des vapeurs métalliques.* Note de M. **Henri Becquerel.**

(Renvoi à la Section de Physique.)

« On sait que, en dispersant au travers d'un prisme les radiations émises par un corps incandescent, on constate, de part et d'autre du spectre lumineux, l'existence des radiations invisibles, ultra-violettes et infra-rouges. Les actions chimiques et les phénomènes de phosphorescence que provoquent les radiations ultra-violettes ont permis d'étudier celle-ci avec une grande précision. Les radiations infra-rouges ne manifestent pas les mêmes effets, et, bien que l'on ait photographié une portion restreinte du spectre solaire infra-rouge, les actions chimiques auxquelles elles donnent naissance n'ont pu être appliquées jusqu'ici aux recherches d'analyse spectrale. Dans cette région, les manifestations calorifiques, particulièrement intenses, ont, depuis W. Herschel, été l'objet de travaux des savants les plus éminents; mais on n'a pas encore atteint, par ces méthodes, la délicatesse des observations optiques.

» Les phénomènes de phosphorence, découverts autrefois par mon père et appliqués par lui à l'étude du spectre solaire, se prêtent très bien à ces recherches. J'ai déjà eu l'honneur d'exposer à l'Académie [1] comment les effets d'extinction, provoqués par les radiations invisibles de la région infra-rouge tombant sur une substance phosphorescente préalablement insolée, manifestent avec une grande netteté la présence de ces radiations, et comment ces effets m'ont permis de relever la position et de déterminer la longueur d'onde d'un grand nombre de raies et bandes du spectre solaire, ainsi que des bandes d'absorption très remarquables de diverses substances.

» En poursuivant cette étude, j'ai pu manifester la présence et relever la position des raies d'émission invisibles des spectres des vapeurs métalliques, jusqu'ici inaccessibles à l'expérience dans cette région.

» La disposition expérimentale dont j'ai fait usage a déjà été décrite à l'Académie; je rappellerai que les radiations étaient concentrées sur une

[1] *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 121, 1215 et 1853.

fente fixe placée au foyer d'une lentille collimatrice. Ces radiations, rendues parallèles, traversaient un gros prisme en sulfure de carbone, puis au moyen d'une autre lentille étaient concentrées sur la substance phosphorescente, où elles formaient une image réelle du spectre. L'ensemble constitue une sorte de spectroscope. Les métaux ou les sels métalliques étaient volatilisés dans l'arc voltaïque et l'image de l'arc concentrée sur la fente. La substance phosphorescente dont j'ai fait usage, et qui doit être appropriée aux radiations étudiées, est un sulfure de calcium moyennement lumineux donnant par phosphorescence une lueur verte; elle est sensible aux radiations infra-rouges, jusqu'à la longueur d'onde 1250 environ. Lorsque cette substance a été préalablement rendue phosphorescente, les régions frappées par les radiations infra-rouges apparaissent d'abord plus lumineuses, puis plus obscures que le reste de la substance. Ce sulfure de calcium était réduit en poudre et régulièrement tassé dans une cuve plate fermée par une glace plane très mince travaillée avec soin; sur la face interne de cette glace était tracée une échelle divisée, s'appliquant sur la surface phosphorescente et permettant de relever les positions relatives des raies observées.

» En projetant à la fois sur la fente les rayons solaires et l'image de l'arc voltaïque, on pouvait comparer les positions relatives des raies observées, prendre pour repères les raies du spectre solaire infra-rouge et en déduire les longueurs d'onde approchées des raies des spectres métalliques; j'ai pu constater ainsi la coïncidence de plusieurs d'entre elles avec des raies d'absorption du spectre solaire. Lorsque le Soleil faisait défaut, je me suis servi comme repères des bandes d'absorption du didyme et du samarium.

» Cette disposition expérimentale manifeste avec beaucoup d'éclat les raies les plus fortes, caractéristiques des vapeurs métalliques; mais il en existe un grand nombre d'autres, plus ou moins visibles suivant la perfection du réglage, suivant la température de l'arc, d'autres enfin qui appartiennent à l'arc voltaïque ou aux composés du carbone. J'ai observé plusieurs de ces raies communes à tous les spectres, et je me réserve d'en faire ultérieurement une étude plus approfondie. J'indique seulement ici, comme exemple, les longueurs d'onde approchées des raies les plus fortes que présentent un certain nombre de vapeurs métalliques dans les limites où la substance phosphorescente est sensible.

» *Sodium.* — La vapeur de sodium, qui est principalement caractérisée dans le spectre lu-

mineux par la double raie D, présente dans l'infra-rouge deux très fortes raies caractéristiques dont les longueurs d'onde sont 819 et 1098. Ces raies sont les mêmes lorsqu'on volatilise dans l'arc du sodium métallique ou du chlorure de sodium; elles coïncident avec deux fortes raies du spectre solaire. La raie 819, que l'on peut voir à l'œil nu avec un spectroscope ordinaire, coïncide avec une des plus fortes raies du spectre infra-rouge du Soleil que Brewster avait vue et désignée par la lettre Y. Dans les conditions où l'on dédouble les raies D, je n'ai pu dédoubler distinctement la raie Y.

» *Magnésium.*—La vapeur de magnésium donne dans le spectre infra-rouge trois raies très fortes, 875,5, 1030 et 1130 qui coïncident avec des raies du spectre solaire. Les procédés d'observation ne sont pas assez délicats pour permettre de voir si ces raies sont triples, comme le groupe *b*.

» *Calcium.*—La vapeur du calcium, obtenue en volatilisant dans l'arc du chlorure de calcium fondu, a manifesté une forte bande dont la longueur d'onde moyenne est environ 848 et qui coïncide avec la position d'un groupe de raies du spectre solaire.

» *Potassium.*—Le spectre infra-rouge de potassium, obtenu en volatilisant le chlorure de potassium, présente en particulier cinq fortes raies, dont les longueurs d'onde sont environ 770 (très forte), 1003, 1073, 1125 et 1182.

» *Argent.*— L'argent donne deux raies très intenses, 772 et 829.

» *Thallium.*— Le thallium présente une très forte raie, 1105, très voisine de la seconde bande du sodium, mais plus intense, et nettement distincte de celle-ci.

» Enfin j'ai étudié beaucoup d'autres vapeurs métalliques dont les spectres infra-rouges présentent des raies intenses plus ou moins nombreuses. Je citerai en particulier le strontium, le plomb, qui donne six raies, le zinc et l'étain donnant des raies très peu réfrangibles, le cadmium, l'aluminium, mais les positions de ces raies n'ont pas été fixées avec une précision suffisante pour donner ici leur longueur d'onde. Je continue du reste cette étude; j'espère pouvoir discerner les raies fines qui m'ont échappé et étendre encore le champ d'observation, dans une région où les thermoscopes révèlent la présence des radiations actives, mais qui dans les conditions de ces expériences n'ont pas eu d'action sensible sur les substances phosphorescentes.

» Il importe dans ces recherches de choisir une substance phosphorescente suffisamment sensible aux radiations que l'on veut étudier, et présentant nettement le phénomène d'excitation temporaire qui précède l'extinction. Suivant l'intensité des radiations incidentes, la sensibilité des substances doit être différente.

» J'ajouterai, en terminant, que l'on peut étudier avec une grande perfection la région infra-rouge dans le voisinage de A jusqu'à la longueur d'onde 860 environ, avec un spectroscope ordinaire, en concentrant les radiations sur la fente du spectroscope et en arrêtant les rayons les plus

lumineux au moyen d'une dissolution convenablement concentrée d'iode dans le sulfure de carbone; j'ai pu ainsi constater directement la coïncidence de la raie 819 du sodium avec la raie Y de Brewster dans le spectre solaire.

» En résumé, on voit que la méthode qui vient d'être décrite ouvre à l'analyse spectrale un champ d'observation tout nouveau qui, entre les longueurs d'onde 760 et 1300, comprend un intervalle de longueurs d'onde plus grand que celui qui existe entre l'extrême rouge du spectre visible et la dernière des radiations ultra-violettes connues. Les premiers résultats observés permettent de penser que cette étude nouvelle sera aussi féconde que celle des régions lumineuse et ultra-violette. »

MEMOIRES PRÉSENTÉS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Recherches sur la destruction et l'utilisation des cadavres des animaux morts de maladies contagieuses, et notamment du charbon;* par M. **Aimé Girard.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« Les cadavres des animaux morts de maladies contagieuses et particulièrement du charbon sont devenus aujourd'hui pour l'agriculture un embarras sérieux. Il y a peu d'années encore, on recommandait de les enfouir; mais, depuis les derniers travaux de M. Pasteur sur la vitalité des spores charbonneuses et leur retour à la surface du sol par l'intermédiaire des lombrics, on a dû reconnaître que l'enfouissement ne constitue en aucune façon un obstacle à la propagation de la maladie.

» Pour mettre obstacle à cette propagation, c'est à d'autres procédés qu'il convient de s'adresser: c'est aux procédés qui déterminent la destruction de tous les éléments virulents dont le cadavre de l'animal est bondé.

» C'est ainsi que, dans ces derniers temps, on a conseillé, d'un côté, la combustion des cadavres, d'un autre le dépeçage du corps de l'animal, la cuisson de sa chair à 100° et l'utilisation de la viande ainsi cuite à l'alimentation des porcs. Appliqués dans leur intégrité, avec une rigueur scientifique, ces deux procédés ont une valeur indiscutable, mais beaucoup de personnes craignent que, dans la pratique, une combustion incomplète, une cuisson à température trop peu élevée ne laissent subsister le danger de contagion.

» Je me propose de faire connaître un autre procédé qui, sans qu'il soit nécessaire de dépecer le cadavre de l'animal, le solubilise en entier, détermine du même coup la mort de tous les éléments virulents, et enfin permet de retirer de la matière ainsi traitée un profit sérieux, encore quoique modeste.

» Ce procédé consiste à dissoudre à froid dans l'acide sulfurique concentré le cadavre de l'animal, pour ensuite utiliser le liquide ainsi obtenu à la production d'un superphosphate de chaux azoté.

» L'action que les acides minéraux exercent sur les diverses matières dont le corps des animaux est formé est depuis longtemps connue ; les analystes y ont recours pour la recherche des poisons, les fabricants d'engrais chimiques utilisent pour leurs mélanges des matières azotées (cuirs, déchets, etc.), dissoutes dans l'acide sulfurique, et enfin l'on ne saurait oublier qu'en 1868 Boucherie a proposé de traiter les cadavres des animaux morts par l'acide chlorhydrique bouillant; mais, dans ces divers procédés, c'est toujours en recourant à l'emploi de la chaleur artificielle que la solubilisation de la matière animale a été obtenue.

» Ce recours à la chaleur artificielle est, cependant, difficilement compatible avec les conditions ordinaires du travail agricole, et c'est aux difficultés qu'il présente que ces divers procédés doivent de n'avoir point été adoptés par les cultivateurs.

» L'action de la chaleur n'est, cependant, en aucune façon, nécessaire dans ce cas; l'acide sulfurique, par exemple, pourvu qu'il soit moyennement concentré (de 60° à 43°), dissout rapidement et solubilise à froid toutes les matières dont le corps des animaux est formé.

» Le fait est facile à vérifier; il suffit de mettre le cadavre d'un animal quelconque en contact avec une quantité d'acide sulfurique à 60°, suffisante pour le noyer, pour qu'au bout de vingt-quatre heures, quarante-huit heures au plus, le cadavre entier : chair, sang, viscères, os, poils ou laine, ait disparu ne laissant à sa place qu'un sirop coloré que surnage la graisse détachée des tissus et liquéfiée par la chaleur de la réaction.

» C'est ce procédé que j'ai appliqué et que je propose pour la destruction des cadavres des animaux morts de maladies contagieuses. Depuis trois ans, je l'ai à plusieurs reprises expérimenté sur une assez grande échelle à la ferme de la Faisanderie, à Joinville-le-Pont, et dans tous les cas l'expérience a été satisfaisante.

» Des moutons morts du charbon et provenant des expériences de M. Pasteur ont été tout d'une pièce, sans dépeçage aucun, couverts encore

de leur toison, immergés dans une cuve en bois doublée de plomb, remplie au tiers d'acide sulfurique à 60°; et, dans ces conditions, au bout de vingt-quatre ou quarante-huit heures, j'ai vu les cadavres de ces animaux disparaître en entier, l'acide baissant en degré, au fur et à mesure que la quantité de matière animale augmentait, mais conservant son énergie dissolvante jusqu'à ce que, de 60°, la densité fût descendue à 43° environ.

» Les quantités de matière que l'acide peut dissoudre dans ces circonstances sont considérables; elles atteignent et même dépassent les deux tiers du poids de l'acide.

» Le sirop noir acide et azoté fourni par la dissolution des cadavres ainsi traités ne renferme plus aucun élément virulent. L'un des plus habiles collaborateurs de M. Pasteur, M. Roux, a bien voulu examiner le léger résidu insoluble qu'on y voit encore en suspension. Inoculé à plusieurs animaux très aptes à prendre le charbon, ce résidu n'a produit sur eux aucun effet; la culture n'a pu y montrer aucun germe charbonneux: l'acide sulfurique azoté, en un mot, constitue, au point de vue de la propagation du mal, un produit absolument inoffensif.

» Un résultat aussi important pourrait, à la rigueur, être cherché au prix d'une dépense sérieuse; mais tel n'est point le cas, et, loin de coûter au cultivateur, la destruction des cadavres des animaux morts de maladies contagieuses, et même des animaux morts de maladies ordinaires, dont on ne sait guère tirer parti à la ferme, peut lui procurer un bénéfice.

» L'acide sulfurique azoté, en effet, marquant 43° environ, conserve, malgré la présence de la matière animale dissoute, toute son aptitude à attaquer les phosphates de chaux naturels, en même temps que, riche à 0,80 environ d'azote, à 0,50 environ d'acide phosphorique soluble, il apporte, dans la préparation des superphosphates, des éléments de fertilité qu'il convient de ne pas négliger.

Une opération exécutée ces jours derniers, au moyen de produits que la Compagnie de Saint-Gobain avait libéralement mis à ma disposition, m'a permis de me rendre compte des résultats économiques que le traitement par l'acide sulfurique peut produire. Une quantité d'acide sulfurique à 60°, égale à 321^{kg}, a dissous, en dix jours, neuf moutons dont le poids total s'élevait à 204^{kg}. Des 525^{kg} d'acide azoté ainsi obtenus, j'ai retiré 25^{kg} de graisse environ et 500^{kg} d'acide qui, mis en contact avec 440^{kg} de coprolithes pauvres des Ardennes, m'ont fourni 940^{kg} de superphosphate contenant 0,36 pour 100 d'azote; 5,86 d'acide phosphorique soluble, 1,77 d'acide

phosphorique insoluble; superphosphate dont la valeur, jointe à celle de la graisse, représente environ 83^{fr}. La valeur de l'acide et des coprolithes employés représentant, d'ailleurs, 46^{fr} environ, il résulte de l'opération un bénéfice de 37^{fr}, soit, pour chacun des neuf cadavres immergés, une valeur acquise de 4^{fr} environ.

» L'installation des cuves d'immersion, la manutention des acides, le travail du superphosphate peuvent, d'ailleurs, à l'aide de dispositions simples, être rendus aussi faciles que peu dangereux pour le cultivateur. »

MM. **Gaillet** et **Huet** adressent une réclamation relative à la Communication faite à l'Académie par MM. *Delattre*, dans la séance du 21 mai, concernant le « Traitement des eaux provenant du lavage des laines ».

Cette réclamation est accompagnée de divers documents, destinés à établir que MM. Gaillet et Huet sont les auteurs du procédé employé; qu'ils ont entrepris seuls, à leurs risques et périls, le désuintage, la fabrication de la potasse, l'épuration des eaux, le traitement des graisses, etc.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. **Alf. Durand-Claye** adresse, par l'entremise de M. L. Lalanne, un Mémoire manuscrit portant pour titre : « Épidémie de fièvre typhoïde à Paris, en 1882; étude statistique ».

(Renvoi au Concours de Statistique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la huitième livraison de l' « Anatomie, Physiologie, Pathologie des vaisseaux lymphatiques considérés chez l'homme et les vertébrés », publiée par M. *Sappey*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, le numéro de mai 1882 du *Bullettino*, publié par M. le prince Boncompagni.

Ce numéro contient : 1° une Étude de M. *P. Riccardi* sur l'Ouvrage de

Giacomo Manzoni intitulé : « Études de Bibliographie analytique. — Des premiers inventeurs de l'application des lettres d'imprimerie aux arts du sculpteur, du miniaturiste et de l'écrivain. Des livres et des exemplaires de caractères gravés ou en relief jusqu'à la moitié du XVIe siècle et de leurs auteurs, avec huit planches xylographiques » ; 2° une Note du prince *B. Boncompagni* sur les « Actes de naissance et de décès de Pierre-Simon Laplace » ; 3° ces Actes mêmes.

ASTRONOMIE. — *Sur les conditions du sous-sol de l'Observatoire de Berlin.* Lettre de M. **Foerster** à M. Faye.

« Berlin, le 28 juin 1883.

» Dans le *Compte rendu* de la séance du 18 juin dernier, vous avez discuté les relations que M. Hirsch croit avoir trouvées entre les amplitudes des mouvements annuels des piliers de l'Observatoire de Neuchâtel et les grandes périodes solaires.

» A la fin de cette Communication très intéressante, et en conséquence d'une remarque de M. Hirsch concernant des résultats analogues trouvés à Berlin, vous appelez mon attention sur les conditions locales du sous-sol, qui, d'après votre opinion, fourniraient aussi, à Berlin comme à Neuchâtel, des explications satisfaisantes des phénomènes observés, sans qu'il soit nécessaire de recourir à une cause de nature cosmique.

» En vous remerciant de votre intérêt pour les recherches dont il s'agit, je me permets seulement de dire que je suis encore occupé d'une discussion approfondie de leurs résultats, qui, en première approximation, s'étaient présentés à moi il y a un an, dans le cours d'une recherche entreprise expressément pour connaître le degré de consistance du sous-sol de notre Observatoire.

» Tous les détails de cette investigation seront publiés, d'ici à quelques semaines, dans les *Astronomische Nachrichten*. Après cette publication détaillée, je m'empresserai de vous communiquer les principaux résultats, qui, comme je le crois, contribueront un peu à appuyer l'assertion, d'ailleurs assez probable, que les grandes variations périodiques de l'état du Soleil et de ses environs donnent naissance à des variations périodiques de l'énergie de ses rayonnements, variations qui se traduisent en effets calorifiques d'une périodicité analogue à la surface de la Terre.

» Je me permets d'ajouter que ces résultats ne me semblent pas être en contradiction absolue avec votre théorie des phénomènes solaires. Je crois plutôt que les bases de cette théorie, qui représente d'une manière si heureuse et si ingénieuse beaucoup de faits observés, ne seront pas mises en doute par les résultats que je placerai bientôt sous les yeux des astronomes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une méthode capable de fournir une valeur approchée de l'intégrale* $\int_{-\infty}^{+\infty} F(x)\,dz$. Note de M. G. **Gourier**, présentée par M. Hermite.

« Les beaux travaux de M. Hermite sur les polynômes U_n déduits de la fonction $e^{-\frac{x^2}{2}}$ (1), et l'analogie entre ces polynômes et les fonctions X_n de Legendre employées par Gauss dans l'approximation de l'intégrale définie $\int_{-1}^{+1} y\,dx$ (2) m'ont conduit à chercher, à l'aide de ces polynômes U_n, une valeur approchée de l'intégrale $\int_{-\infty}^{+\infty} F(x)\,dx$. Voici les résultats auxquels je suis parvenu.

» Je désigne par $\varphi(x)$ le produit $e^{\frac{x^2}{2}}F(x)$. Soient $x_0, x_1, \ldots, x_n$, $n+1$ valeurs données à x; $A_0, A_1, \ldots, A_n$ les valeurs correspondantes de $F(x)$; $\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_n$ celles de $\varphi(x)$. Je pose

$$\Psi(x) = (x-x_0)(x-x_1)\ldots(x-x_n), \quad B_p = \left[\frac{\Psi(x)}{x-x_p}\right]_{x=x_p} = \left(\frac{d\Psi}{dx}\right)_{x=x_p}.$$

» Remplaçant alors sous le signe d'intégration $F(x)$ par le produit

$$e^{-\frac{x^2}{2}}Y = e^{-\frac{x^2}{2}}\sum_{p=0}^{p=n}\left[\frac{\alpha_p}{B_p}\frac{\Psi(x)}{x-x_p}\right],$$

j'aurai évidemment une valeur approchée de l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2}}Y\,dx = \sum_{p=0}^{p=n}\frac{\alpha_p}{B_p}\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2}}\frac{\Psi(x)}{x-x_p}\,dx.$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. LVIII, p. 96 et 266.

(2) Gauss, *OEuvres*, t. III, p. 165.

» Or, si l'on considère la fonction

$$f(x) = x^{-1} + x^{-3} + 1.3x^{-5} + \ldots + 1.3.5\ldots(2n + 2k - 1)x^{-2n-2k-1},$$

k désignant un nombre entier positif, et si l'on pose

$$f(x)\Psi(x) = \Psi_1(x) + \Psi_2(x),$$

$\Psi_1(x)$ renfermant toutes les puissances positives, on a

$$\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} \frac{\Psi(x)]}{x - x_p} dx = \sqrt{2\pi}\,\Psi_1(x_p),$$

et, par suite, en posant

$$R_p = \left[\frac{e^{\frac{x^2}{2}}\Psi_1(x)}{\frac{d\Psi}{dx}}\right]_{x=x_p},$$

on aura, pour la valeur approchée de l'intégrale cherchée,

$$(1) \qquad \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} Y\, dx = \sqrt{2\pi}\sum_{p=0}^{p=n} R_p A_p.$$

» Il ne reste qu'à déterminer les quantités x_p et, par conséquent, le polynôme $\Psi(x)$, de manière à obtenir la plus grande approximation.

» Pour cela, nous supposons $\varphi(x)$ développable en série,

$$\varphi(x) = b_0 + b_1 x + b_2 x^2 + \ldots + b_m x^m + \ldots.$$

L'intégrale cherchée ayant, par hypothèse, une valeur, la série $e^{-\frac{x^2}{2}}\Sigma b_m x^m$ devra être convergente, même pour x infini, et la série intégrale

$$\Sigma\, 1.3.5\ldots(2m - 1)b_{2m}$$

devra aussi être convergente. Par conséquent, si $\sqrt{2\pi}\varepsilon_m$ désigne la différence entre l'intégrale $\int_{-\infty}^{+\infty} e^{-\frac{x^2}{2}} x^m\, dx$ et sa valeur approchée, donnée par la formule (1), la différence Δ entre $\int_{-\infty}^{+\infty} F(x)\, dx$ et sa valeur approchée sera représentée par la série convergente

$$\sqrt{2\pi}\,\Sigma\, b_m \varepsilon_m,$$

dans laquelle $\varepsilon_0, \varepsilon_1, \ldots, \varepsilon_n$ sont évidemment nuls.

» Or, on a

$$\frac{R_p}{x - x_p} = R_p\left(x^{-1} + x_p x^{-2} + \ldots + x_p^{2n+2k+1} x^{-2n-2k-2} + \frac{x_p^{2n+2k+2}\, x^{-2n-2k-2}}{x - x_p}\right)$$

et, par conséquent,

$$(2) \qquad \sum_{p=0}^{p=n} \left(\frac{R_p}{x - x_p}\right) = f(x) - \Theta + x^{-2n-2k-2} \sum \frac{R_p x_p^{2n+2k+2}}{x - x_p},$$

en posant

$$\Theta = \sum_{m=n+1}^{m=2n+2k+1} \varepsilon_m x^{-m-1}.$$

Les coefficients ε_m s'obtiendront donc à l'aide de Θ. Or on a

$$\Psi(x) \sum \frac{R_p}{x - x_p} = \Psi_1(x) + \Psi_2(x) - \Theta \Psi(x) + x^{-2n-2k-2} \Psi(x) \sum \frac{R_p x_p^{2n+2k+2}}{x - x_p}.$$

Cette relation étant une identité, on en déduit

$$\Psi_1(x) = \Psi(x) \sum \frac{R_p}{x - x_p},$$

$$\Theta = \frac{\Psi_2(x)}{\Psi(x)} + x^{-2n-2k-2} \sum \frac{R_p x_p^{2n+2k+2}}{x - x_p},$$

et les termes $\varepsilon_{n+1}, \varepsilon_{n+2}, \ldots, \varepsilon_{2n+2k+1}$ seront les coefficients du quotient $\frac{\Psi_2(x)}{\Psi(x)}$ ordonné suivant les puissances décroissantes de x.

» D'autre part, si l'on considère la fraction continue

$$\cfrac{1}{x - \cfrac{1}{x - \cfrac{2}{x - \ldots - \cfrac{n}{x - \ldots}}}},$$

la réduite de rang $n + 1$ sera

$$\frac{P_{n+1}}{Q_{n+1}} = \frac{x^n - \left[\frac{(n+1)n}{2} - 1\right] x^{n-2} + \left[\frac{(n+1)n(n-1)(n-2)}{2.4} - 1\,\frac{(n+1)n}{2} + 1.3\right] x^{n-4} - \ldots}{x^{n+1} - \frac{(n+1)n}{2} x^{n-1} + \frac{(n+1)n(n-1)(n-2)}{2.4} x^{n-3} - \ldots}$$

$$\begin{aligned} &= x^{-1} + x^{-3} + 1.3\,x^{-5} + \ldots + 1.3\ldots(2n-1)x^{-2n-1} \\ &\quad + [1.3\ldots(2n+1) - (n+1)!]\,x^{-2n-3} \\ &\quad + [1.3\ldots(2n+3) - (n+1)!(n+1)(n+2)]\,x^{-2n-5} + \ldots \\ &\quad + [1.3\ldots(2n+2k-1) - \alpha]\,x^{-(2n+2k+1)} + \frac{V_{n+2k+2}}{Q_{n+1}}, \end{aligned}$$

V_{n+2k+2} étant une fonction de degré $-n-2k-2$. On a donc

$$\frac{P_{n+1}}{Q_{n+1}} = f(x) - \Omega, \quad \Omega = (n+1)!\, x^{-2n-3} + \ldots + \alpha x^{-(2n+2k+1)} - \frac{V_{n+2k+2}}{Q_{n+1}};$$

d'où

$$Q_{n+1} f(x) = P_{n+1} + \Omega Q_{n+1}.$$

» Si donc on pose $\Psi(x) = Q_{n+1}$, on aura

$$\Psi_1(x) = P_{n+1}, \quad \Psi_2(x) = \Omega Q_{n+1}, \quad \Theta = \Omega + x^{-2n-2k-2} \sum \frac{R_p x_p^{2n+2k+2}}{x - x_p},$$

et, par conséquent,

$$\varepsilon_{n+1} = \varepsilon_{n+2} = \ldots = \varepsilon_{2n+1} = 0.$$

» La plus grande approximation s'obtiendra donc en substituant les racines de l'équation $Q_{n+1} = 0$, c'est-à-dire $U_{n+1} = 0$, puisque l'on a

$$Q_{n+1} = e^{\frac{x^2}{2}} \frac{d^{n+1} e^{-\frac{x^2}{2}}}{dx^{n+1}} = U_{n+1}. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Généralisation du théorème de Jacobi sur les déterminants partiels du système adjoint.* Note de M. **Em. Barbier.**

« 1. Une Note, insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 25 juin, m'a permis de faire connaître une généralisation du théorème de Cauchy sur le déterminant du système adjoint. Elle m'engageait naturellement à trouver la généralisation correspondante du théorème de Jacobi qui a pour cas extrême le théorème de Cauchy. Les résultats énoncés le 25 juin se retrouveront donc parmi ceux de la présente Note, et ces anciens résultats encadreront les nouveaux d'une manière bien simple.

» 2. Notre premier exemple sera un déterminant Δ numérique du quatrième degré avec ses déterminants composés :

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & 4 & 3 & 3 \\ 2 & 5 & 4 & 3 \\ 7 & 6 & 4 & 1 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{vmatrix} = 29, \text{ système adjoint } \begin{vmatrix} 7 & -31 & -67 & -33 \\ 16 & -17 & -62 & -34 \\ 7 & -2 & -9 & -4 \\ -5 & -11 & -6 & 7 \end{vmatrix} = 29^3.$$

» Les éléments du système adjoint sont les valeurs des déterminants du troisième degré de Δ.

-3	-2	-3	1	-3	-3
-22	-17	-20	-2	-14	-9
-2	0	1	6	10	3
-23	-20	-19	-4	-13	-8
-1	2	5	7	14	7
8	17	27	10	22	13

est associé à son égal

13	22	10	27	17	8
7	14	7	5	2	-1
-8	-13	-4	-19	-20	-23
3	10	6	1	0	-2
-9	-14	-2	-20	-17	-22
-3	-3	1	-3	-2	-3

qui devient l'analogue du système adjoint.

» Les éléments de ces deux déterminants associés sont les valeurs des déterminants du deuxième degré de Δ.

» Un déterminant partiel de degré m formé par le croisement de m lignes par m colonnes vaut, selon Jacobi et Borchardt, le produit de Δ^{m-1} par le déterminant qu'on obtient en supprimant dans Δ les m lignes et les m colonnes correspondantes ; nous appellerons *déterminant restant* ce dernier.

» Pour nos deux déterminants associés, voici les résultats *analogues :*

» Dans l'un des associés, un déterminant partiel du troisième, quatrième, cinquième ou sixième degré a une valeur égale au *déterminant analogue* dans l'autre mulitplié par 1, Δ, Δ^2 ou Δ^3 respectivement.

» Un second exemple livrera toute ma règle au lecteur.

» **3.** Contentons-nous d'un déterminant Δ du cinquième degré.

$\Delta =$

3	1	4	1	5
9	2	6	5	3
5	8	9	7	9
3	2	3	8	4
6	2	6	4	3

; système adjoint

-48	381	74	144	-498
-651	-385	777	140	-182
-23	-384	111	69	-12
99	234	74	-297	-106
668	590	-1332	-191	585

$= \Delta^4$.

» Les déterminants partiels du quatrième degré de Δ nous ont donné le système adjoint ; les déterminants partiels du deuxième degré et du troisième degré, mis en carrés, nous associeront les deux déterminants com-

posés suivants :

−3	−18	6	−36	−2	3	−7	14	−18	−22
19	7	16	2	−23	−1	−31	19	−9	−26
3	−3	21	−3	−5	6	−6	29	1	−36
0	−6	6	−21	−2	2	−7	10	−18	−17
62	51	33	66	−30	−26	−6	−3	27	24
12	9	57	27	−6	6	2	33	15	−4
6	18	6	9	0	−2	0	−6	0	3
−14	−12	19	−7	6	50	14	51	9	−44
−38	−24	−22	−39	30	18	6	−6	−27	−15
−6	0	−36	−15	6	−8	−2	−36	−15	8

» Les éléments sont les valeurs des déterminants du deuxième degré de Δ qui a pour valeur numérique -1813; ce déterminant composé vaut $(-1813)^4$.

» Voici, mises en carré, les valeurs des déterminants partiels du troisième degré de Δ :

−147	−6	−48	174	−179	−60	144	56	−206	−24
−15	2	−0	6	−39	−45	108	6	−30	−18
27	6	0	−30	−6	81	−42	18	−16	90
156	−8	+48	−168	304	87	−285	−98	342	6
−133	30	23	−2	−141	−15	36	−21	−6	−6
63	69	−99	−48	116	−45	−46	133	38	38
70	−192	−17	143	−30	5	65	−21	−117	−26
−18	7	0	−2	30	−54	−24	21	6	6
−134	24	23	3	−246	−18	120	−39	−27	−21
54	100	−99	−71	196	−72	−110	226	54	107

Nous avons soumis ce déterminant à l'influence des *signes — théoriques*, pour qu'il soit bien l'*adjoint* du précédent.

» La multiplication *selon la règle* des deux déterminants associés donne un déterminant *réduit à un seul terme* dont *chaque* facteur vaut — 1813.

» Il n'est pas nécessaire de vérifier pour notre lecteur que

$$\frac{(5-1)(5-2)(5-3)}{1.2.3}+\frac{(5-1)(5-2)}{1.2}=\frac{5(5-1)}{1.2},$$

mais nous désirons que cette égalité lui rappelle une vérification bien élégante d'une des conséquences immédiates de ce que nous avons fait connaître le 25 juin 1883. N'oublions pas qu'*aussitôt qu'il s'agit de multiplication entre les éléments conjugués, il faut* soumettre *l'un des deux* à l'influence du *signe théorique*, sous peine d'avoir un désordre numérique absolument incompatible avec la théorie combinatoire.

» Nous pouvons maintenant énoncer, sur cet exemple de deux déterminants composés adjoints, notre extension du théorème de Jacobi. J'ai besoin de l'indulgence du lecteur pour n'être ni long, ni obscur.

» Nous considérons deux déterminants du dixième degré, l'un est le *principal*, l'autre est l'*adjoint*; à tout déterminant *partiel* de l'adjoint correspond un déterminant *restant* du principal.

» Le déterminant partiel de $10^2, 9^2, 8^2, \ldots, 5^2, 4^2, 3^2, 2^2, 1$ cases dans l'adjoint vaut le déterminant restant dans le principal multiplié par $\Delta^6, \Delta^5, \Delta^4, \ldots, \Delta, 1, \Delta^{-1}, \Delta^{-2}, \Delta^{-3}, \Delta^{-4}$.

» Les cas extrêmes sont ceux qui ont été l'objet de notre Communication du 25 juin; il n'y a donc pas à en donner la facile interprétation. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des équations.* Note de M. **A.-E. Pellet.**

« **1.** Soit $f(x)=0$ une équation irréductible de degré m; soient $x_1, x_2, \ldots, x_m$ ses m racines et $a_1x_1+a_2x_2+\ldots+a_mx_m$ une fonction de ces racines, prenant $1.2.3\ldots m$ valeurs lorsqu'on effectue toutes les permutations possibles entre les quantités x; les quantités a sont supposées rationnelles. La fonction $a_1x_1+a_2x_2+\ldots+a_ix_i$ prend $N_i=m(m-1)\ldots(m-i+1)$ valeurs par les permutations des quantités x; désignons par $E=0$ l'équation qui admet pour racines ces N_i valeurs. Si le groupe de l'équation $f(x)=0$ est q fois transitif, mais n'est pas $q+1$ fois transitif, l'équation $F_i=0$ est irréductible pour $i=1, 2, \ldots, q$, et se réduit pour $i>q$.

» Donnons-nous r racines $x_m, x_{m-1}, \ldots, x_{m-r+1}$; la fonction

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 + \ldots + a_i x_i$$

prend $(m-r)(m-r-1)\ldots(m-r-i+1) = n_i^r$ valeurs, lorsqu'on y permute de toutes les manières possibles les racines restantes $x_1, x_2, \ldots, x_{m-r}$; désignons par $\mathcal{F}_i^r = 0$ l'équation qui a pour racines ces n_i^r valeurs. Si r est inférieur ou égal à q, les fonctions $\mathcal{F}_1^r, \mathcal{F}_2^r, \ldots, \mathcal{F}_{q-r}^r$ sont irréductibles et $F_{q-r+1}^r, \ldots$ se réduisent. Cela posé :

» *Si $\mathcal{F}_i^q$ se décompose en j fonctions irréductibles de degrés $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_j$, F_{q+i} se décompose en j fonctions irréductibles de degrés* $N_q\alpha_1, N_q\alpha_2, \ldots, N_q\alpha_j$;

$$\alpha_1 + \alpha_2 + \ldots + \alpha_j = n_i^q.$$

» 2. Adjoignons les équations simples qui permettent de réduire l'équation résolvante de l'équation $f(x) = 0$, tout en laissant celle-ci irréductible; et supposons qu'après cette adjonction le groupe de l'équation $f(x) = 0$ soit seulement q_1 fois transitif, $q_1 < q$. Les irrationnelles adjointes réduisent F_{q_1+1} en facteurs d'égal degré $N_{q_1}\mu$, μ étant un diviseur de $m - q_1$, et elles équivalent à l'adjonction des racines d'une équation de degré $\frac{m-q_1}{\mu}$. Si μ est égal à 1, $F_{q_1} = 0$ devient l'équation résolvante après l'adjonction de ces irrationnelles, et cette équation est simple; en tout cas, le degré de la nouvelle équation résolvante est $N_{q_1}\mu$.

» q_1 ne peut être inférieur à $q - 1$ que pour les équations des quatre premiers degrés. »

MÉCANIQUE. — *Sur une bascule, nouveau système de romaine à curseur automatique* (¹). Note de M. A. PICART.

« 1. Si l'on donne au levier de la bascule la forme d'un cylindre auquel est rattaché un bras de forme particulière, on pourra faire équilibre à un poids variable P, appliqué le long d'une lame verticale d'acier flexible, qui s'enroule et se déroule sur la surface du cylindre, par un poids Q, de valeur constante, appliqué le long d'une seconde lame d'acier verticale qui se déroule et s'enroule sur la courbe du bras du levier.

(¹) Dans ma première Note, présentée le 18 juin dernier (t. XCVI), à la page 1784, ligne 13, j'ai omis un membre incident de phrase. Après les mots « l'angle *aob* » et avant les mots « on a », lisez le centre de gravité du levier étant supposé au point fixe.

» 2. Ce bras de levier a la forme d'une courbe qui est l'enveloppe des perpendiculaires aux extrémités des rayons vecteurs d'une spirale d'Archimède. Cette courbe peut se construire par ses tangentes successives, et aussi par points au moyen de son équation polaire qu'on obtient comme il suit.

» 3. La distance du point fixe o à une tangente MT de la courbe doit être proportionnelle à l'angle que fait cette tangente avec la verticale, pour que cette tangente, étant rendue verticale par une rotation u de la courbe, autour de o, la distance p de la verticale du curseur Q au point o soit mesurée par cet angle de rotation, qu'une aiguille mobile autour du point o avec le levier indiquera sur un cadran divisé. L'angle croissant ainsi proportionnellement à la distance de la verticale du curseur au point fixe, on a

$$p = ku,$$
$$u = \theta + \mathrm{V} - \frac{\pi}{2},$$
$$p = r \sin \mathrm{V},$$
$$\operatorname{tang} \mathrm{V} = \frac{r}{\frac{dr}{d\theta}};$$

d'où

$$\frac{r^2}{\sqrt{r^2 + \left(\frac{dr}{d\theta}\right)^2}} = k\left(\theta + \operatorname{arctang}\frac{dr}{\frac{r}{d\theta}} - \frac{\pi}{2}\right);$$

c'est l'équation différentielle polaire de la courbe du levier.

» En la différentiant, on en fera disparaître l'arc-tangente et on pourra la construire par points au moyen de son équation différentielle du second ordre, d'où l'on déduira le développement en série de r en θ.

» 4. Pour la réalisation matérielle de la machine, il faut que le levier soit construit de telle manière que son centre de gravité soit au point fixe o, et il doit supporter, par un troisième ruban d'acier enroulé sur sa surface cylindrique, un second curseur faisant équilibre au poids, du côté vertical du parallélogramme du tablier et des pièces qui le supportent. De plus, comme la distance de la verticale du poids P au point o reste constante dans le mouvement du levier, il faut que la tige verticale le long de laquelle agit la force P reste à la même distance de ce point. On obtient ce résultat en la faisant rouler sur des galets, qui ont leur axe de rotation sur des pièces fixes horizontales, rattachées invariablement au montant vertical fixe.

» 5. Quant au mouvement de l'aiguille sur un cadran, il sera amplifié par l'engrenage d'une roue dentée avec le pignon d'une autre roue de diamètre plus grand.

» Cette machine, ainsi construite, pourra servir pour de lourds fardeaux.

» 6. Comme complément à la première partie de la dernière Note, j'ajouterai qu'on peut donner au levier de la machine une autre direction, perpendiculaire à la première, qui rapproche du tablier le plateau recevant les poids marqués. Il suffit, pour cela, d'appuyer le levier sur une tige rattachée au montant fixe parallèlement à la première direction, l'extrémité du petit bras de levier étant articulée à une bride verticale flexible, qui se relie par articulation à un point du tablier. Dans ce cas, quand, l'équilibre ayant lieu, on incline le levier, la force qui agit le long de la bride sur l'extrémité du levier ne se décompose plus en deux, l'une verticale égale au poids P, l'autre horizontale très petite, qui tend à relever ou à abaisser le petit bras de levier suivant qu'il a été abaissé ou relevé, mais en trois, l'une verticale, égale au poids P, la deuxième horizontale, très petite, qui tend à ramener le levier dans la position horizontale, la troisième également horizontale et très petite, mais perpendiculaire au levier, qui, tendant à faire tourner le levier autour d'une verticale passant par le point fixe, est détruite. »

OPTIQUE. — *Formules générales des systèmes dioptriques centrés.* Note de M. **Monoyer**, présentée par M. de Quatrefages.

« La présente Note a pour but de montrer comment, dans la théorie des systèmes dioptriques, on peut, aux formules de la Géométrie analytique employées par Gauss, substituer celles de l'Algèbre élémentaire, sans diminuer en rien l'exactitude des résultats. Cette substitution offre, en outre, l'avantage de conduire immédiatement à des *équations fondamentales,* parfois indispensables et souvent plus commodes que les *équations simplifiées,* pour résoudre la plupart des problèmes qui ressortissent à l'association des dioptres. La discussion de ces équations fondamentales fournit à elle seule déjà d'utiles indications. Enfin, grâce à un choix convenable des quantités sur lesquelles j'opère, j'obtiens des expressions algébriques d'une remarquable simplicité.

» 1. *Équations fondamentales ou primitives des abscisses conjuguées.* — Étant

donné un système centré, formé par la réunion de *dioptres simples* (¹) ou eux-mêmes composés, en nombre quelconque, et déterminés chacun par ses deux longueurs focales (f_1, f'_1), (f_2, f'_2), ..., (f_n, f'_n), si l'on désigne par δ_1, δ_2, ..., δ_{n-1} les distances du second point focal de chaque dioptre au premier point focal du dioptre suivant, par q et q^n les abscisses de deux foyers conjugués quelconques, comptées, la première à partir du premier point focal du premier dioptre, la seconde, à partir du second point focal du dernier dioptre, on trouve à volonté

$$q = \cfrac{f_1 f'_1}{\delta_1 - \cfrac{f_2 f'_2}{\delta_2 - \cfrac{f_3 f'_3}{\cdots\cdots\cdots \atop \delta_{n-1} - \cfrac{f_n f'_n}{q^n}}}} \quad \text{ou} \quad q^n = \cfrac{f_n f'_n}{\delta_{n-1} - \cfrac{f_{n-1} f'_{n-1}}{\delta_{n-2} - \cfrac{f_{n-2} f'_{n-2}}{\cdots\cdots \atop \delta_1 - \cfrac{f_1 f'_1}{q}}}}.$$

» En réduisant l'une ou l'autre de ces fractions continues, en chassant le dénominateur de la *réduite* et en mettant en facteur commun les variables, on arrive toujours, quel que soit le nombre des dioptres composants, à une équation de la forme

$$(1) \qquad f_1 f'_1 A' q^n + f_n f'_n B' q = f_1 f'_1 f_n f'_n C' + D q q^n,$$

qui représente une hyperbole.

» Quand on considère trois systèmes consécutifs, composés respectivement de $(n-1)$, n, $(n+1)$ dioptres, il existe entre les coefficients des trois équations correspondantes les relations suivantes :

$$\begin{aligned} A'_{n+1} &= \delta_n A'_n - f_n f'_n A'_{n-1} \ldots, \\ B'_{n+1} &= \delta_{n-1} B'_n - f_{n-1} f'_{n-1} B'_{n-1} \ldots, \\ C'_{n+1} &= \delta_{n-1} C'_n - f_{n-1} f'_{n-1} C'_{n-1} \ldots, \\ D_{n+1} &= \delta_n D_n - f_n f'_n D_{n-1} \ldots, \end{aligned} \qquad \text{et} \left\{ \begin{aligned} &= B'_{n+1\,(+1)} = D_{n(+1)}, \\ &= D_n \\ &= A'_n \qquad = D_{n-1\,(+1)}, \end{aligned} \right.$$

» La notation $(+1)$, ajoutée à l'indice d'un coefficient, signifie qu'il faut augmenter d'une unité les indices de toutes les quantités qui entrent dans l'expression de ce coefficient. La quantité δ a pour expression générale

$$\delta_n = d_n - f'_n - f_{n+1},$$

(¹) Une surface réfringente unique séparant deux milieux différents constitue le *dioptre simple*.

d_n représentant l'intervalle des deux dioptres considérés, ou, plus généralement, la distance comprise entre le second point principal du premier de ces dioptres et le premier point principal du suivant.

» Les relations qui précèdent montrent que, pour former l'équation relative à un système quelconque, il suffit de connaître le coefficient D correspondant. On obtient ce dernier, soit en appliquant sa loi de formation successive, soit en employant un procédé mnémotechnique des plus simples. Ce procédé consiste à écrire sur une ligne horizontale, par ordre croissant d'indice, tous les δ qui entrent dans la constitution du système considéré; au-dessous, on reproduit une série de rangées semblables, dérivées chacune de la première par la suppression d'un δ et le changement du δ suivant en un produit ff' de même indice; on répète cette double opération jusqu'à ce que le dernier δ ait été remplacé par un ff'. Les rangées ainsi obtenues sont traitées à leur tour de la même manière, mais seulement à l'égard des δ qui suivent le dernier produit ff' de chaque rangée; on continue ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ne puisse plus effectuer la double opération indiquée. Chaque rangée renferme les quantités dont le produit représente un terme du coefficient D. Le signe de chacun de ces termes est donné par une loi facile à trouver.

» L'équation fondamentale peut encore s'écrire

$$(2) \qquad \mathrm{A}q^n + \mathrm{B}q = \mathrm{C} + \mathrm{D}qq^n \quad \text{ou} \quad aq^n + bq = c + qq^n.$$

Les coefficients a, b, c sont eux-mêmes aussi des réduites de fractions continues.

» 2. *Formules primitives des ordonnées conjuguées.* — En recherchant l'expression générale du *grossissement* G, ou rapport entre les grandeurs y et y^n de deux ordonnées conjuguées correspondant aux abscisses q et q^n, on trouve les deux formes suivantes :

$$(3) \qquad \mathrm{G} = \frac{y^n}{y} = \frac{\mathfrak{P}(f)}{\mathrm{D}q - \mathrm{A}} = \frac{\mathrm{D}q^n - \mathrm{B}}{\mathfrak{P}(f')},$$

dans lesquelles

$$\mathfrak{P}(f) = f_1 f_2 f_3 \ldots f_n,$$
$$\mathfrak{P}(f') = f'_1 f'_2 f'_3 \ldots f'_n.$$

» 3. *Relations entre les coefficients de l'équation fondamentale et les abscisses des points cardinaux du système.* — Les équations (2) et (3) permettent de démontrer que, en appelant q_φ et q'_φ les abscisses des points focaux, φ et φ'

les longueurs focales, h et h' les abscisses des points principaux, on a

$$q_\varphi = \frac{A}{D} = a, \quad q'_\varphi = \frac{B}{D} = b,$$

$$\varphi = \frac{\mathfrak{P}(f)}{D}, \quad \varphi' = \frac{\mathfrak{P}(f')}{D},$$

$$h = q_\varphi + \varphi, \quad h' = q'_\varphi + \varphi'.$$

On en déduit

$$\frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{\mathfrak{P}(f')}{\mathfrak{P}(f)} = \frac{m_n}{m_0},$$

m_0 et m_n étant les indices de réfraction des milieux extrêmes.

» On trouve encore la relation

$$c = ab - \varphi\varphi'.$$

Les abscisses des points cardinaux étant connues, celles des autres points *dioptriques* en découlent naturellement, sauf pour les points *cofocaux*, dont les abscisses primitives sont

$$q_0 = \frac{C}{B} = \frac{c}{b}, \quad q'_0 = \frac{C}{A} = \frac{c}{a}.$$

» 4. *Equations simplifiées ou irréductibles.* — En prenant pour origines des abscisses, non plus les points focaux extrêmes des dioptres composants, mais les points focaux du système, ce qui revient à poser

$$\chi = q - a \quad \text{et} \quad \chi' = q^n - b,$$

on transforme les équations primitives (2) et (3) en équations irréductibles :

$$\chi\chi' = \varphi\varphi', \tag{4}$$

$$G = \frac{\varphi}{\chi} = \frac{\chi'}{\varphi'}. \tag{5}$$

» On a parfois besoin de connaître l'épaisseur d'une image ou l'intervalle e' de deux points respectivement conjugués de deux autres qui ont pour intervalle e et pour abscisses réduites χ_1, χ_2. On se servira alors avec avantage des *formules des épaisseurs*

$$\frac{e'}{e} = \frac{\varphi\varphi'}{\chi_1\chi_2} = \frac{\chi'_1\chi'_2}{\varphi\varphi'}. \text{ »} \tag{6}$$

ÉLECTROCHIMIE. — *Nouvelle méthode pour déterminer les limites de l'électrolyse.* Note de M. **Ch. Truchot**, présentée par M. Berthelot.

« En étudiant l'électrolyse d'un certain nombre de sels au moyen d'éléments de pile diversement combinés, M. Berthelot ([1]) a établi cette loi importante : « La décomposition des électrolytes s'opère dès que la plus petite » somme des énergies nécessaires, c'est-à-dire prévues d'après les quantités » de chaleur, est présente ».

» Cette loi, démontrée par l'expérience, permet de déduire des forces électromotrices limites employées les quantités de chaleur nécessaires pour effectuer les décompositions. C'est donc un moyen de vérifier ou de déterminer certaines chaleurs de formation.

» Dans ce but, j'ai imaginé le dispositif suivant, qui fournit une force électromotrice variable à volonté, et pouvant être maintenue constante pendant la durée de chaque expérience.

» Une machine de Gramme (modèle des laboratoires, à aimant Jamin) qui donne, comme on le sait, un courant dont la tension croît à peu près proportionnellement à la vitesse, est actionnée par un moteur, de manière à obtenir la vitesse nécessaire. J'emploie à cet effet un petit moteur à eau, système Smidt, qui, grâce à une vanne de réglage et à un jeu de poulies convenables, fait tourner la machine de Gramme avec une vitesse pouvant varier entre des limites très étendues. La courroie de transmission est en caoutchouc, dont l'élasticité rend le mouvement de la machine très uniforme. Le courant est conduit à un voltamètre, formé de lames ou de fils de platine, ou de crayons de charbon de cornue, suivant la nature de l'électrolyse.

» Sur une dérivation prise aux deux bornes de ce voltamètre, se trouve un voltmètre, dont la bobine, en fil de maillechort, a une résistance de plus de 13 000 ohms. Son magnétomètre, composé de vingt petites aiguilles aimantées, oscille sur deux pointes d'aiguilles et porte un miroir convenablement incliné. Une lunette fixe, munie d'un réticule, permet d'observer l'image d'une règle divisée en centimètres et fixée au plafond du laboratoire, à une hauteur de $1^{m},85$.

» On observe ainsi, quand le miroir s'incline sous l'action d'un courant,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 661 et 758.

des tangentes qu'une Table permet de convertir en degrés du cercle. L'angle observé est double de celui dont a tourné le miroir. En n'utilisant que des déviations de l'aimant d'une quinzaine de degrés de part et d'autre de sa position moyenne, on peut admettre que les angles sont proportionnels aux intensités.

» Pour graduer cet instrument, j'ai employé un élément de Daniell, chaque métal plongeant dans son sulfate et représentant 25^{cal}. On l'observe avant et après chaque série d'expériences, pour éliminer l'influence de la température sur le voltamètre. On peut d'ailleurs faire varier la sensibilité, selon le nombre total de calories à mesurer, en plaçant des barreaux de fer doux à des distances convenables de la bobine.

» Le voltmètre donne la différence de potentiel aux deux bornes du voltamètre, ce qui mesure le nombre de calories absorbées dans l'électrolyse.

» Enfin un commutateur permet de ne faire passer le courant dans le voltamètre qu'au moment où l'on veut essayer l'action d'une force électromotrice donnée.

» En électrolysant par ce procédé un certain nombre de sels, j'ai trouvé des résultats qui concordent sensiblement avec les chiffres prévus par la théorie : ainsi, par exemple, l'eau acidulée a donné un dégagement gazeux à $34^{cal},6$; le sulfate de potasse à $50^{cal},1$; le sulfate de cuivre a donné un dépôt métallique à 28^{cal}.

» De plus, ce procédé m'a permis de constater, de la manière la plus nette, la décomposition en acide et base, sans dégagement de gaz, du sulfate de potasse, du sulfate de soude et du sulfate de magnésie vers 16^{cal}. Les solutions étaient placées dans un tube en U où plongeaient les électrodes de platine; au bout de quelques minutes, on ajoutait au pôle négatif quelques gouttes d'une solution incolore de phtaléine du phénol, qui rougissait fortement. Cette même solution, rougie au préalable par une trace d'ammoniaque, se décolorait au pôle positif.

» C'est une nouvelle vérification expérimentale du principe de la force électromotrice minima, formulé par M. Berthelot.

» Je me propose d'employer cette méthode à la détermination des chaleurs de formation de certains sels, notamment des fluosilicates, concurremment avec la méthode calorimétrique de M. Berthelot. »

CHIMIE. — *Sur le samarium*. Note de M. **P.-T. Clève**, présentée par M. Wurtz.

« En 1878, M. Delafontaine avait trouvé que le didyme de la samarskite est accompagné par un nouvel élément, à spectre d'absorption particulier et à poids atomique plus élevé. Il a donné le nom de *décipium* à cet élément. L'année suivante, M. Lecoq de Boisbaudran avait aussi isolé, en très petite quantité, des fractions des terres de la samarskite riches en didyme, un oxyde dont il décrit exactement le spectre d'absorption et dont le radical métallique a été nommé *samarium*.

» En 1880, M. Delafontaine publie ses recherches sur la décipine, et, peu après, M. Marignac son examen des terres de la samarskite qui accompagnent la terbine. Il a décrit sous le signe $Y\beta$ un oxyde, dont le spectre d'absorption se confond avec le spectre du samarium et dont le poids atomique maximum du métal est 99,6 ou 149,4 (l'oxyde étant RO ou R^2O^3). Les sels sont distingués par leur couleur jaune. La décipine donne, d'après M. Delafontaine, des sels incolores et le poids atomique du métal est 114 (RO) ou 171 (R^2O^3), ce qui diffère considérablement des nombres de M. Marignac.

» Plus tard, M. Delafontaine a trouvé que sa décipine de 1878 était un mélange d'un oxyde à spectre du samarium, pour lequel il adopte le nom de *samarium*, et un autre oxyde sans spectre d'absorption, pour lequel il retient le nom de *décipium*. Le métal du premier oxyde a pour poids atomique 101 (Sm O ou 151,5 Sm^2O^3) et celui du dernier 114 (DpO ou 171 Dp^2O^3).

» De ces deux oxydes j'ai obtenu l'oxyde de samarium à l'état de pureté, c'est-à-dire exempt de didyme et de poids moléculaire constant. La matière première était un oxyde de didyme, extrait de l'orthite d'Arendal, de la cérite, de la gadolinite et de la keilhonite. J'ai séparé l'oxyde de samarium du didyme par des précipitations répétées avec de l'ammoniaque étendue, opérations qui ont exigé un travail continu pendant cinq mois.

» L'oxyde de samarium ainsi obtenu n'était pas pur. Il contenait de la terbine et un oxyde à poids atomique plus élevé, probablement le $Y\alpha$ de M. Marignac. Il fallait le soumettre à des précipitations réitérées avec du sulfate potassique, jusqu'à ce que l'oxyde restant dans la solution eût le même poids moléculaire que l'oxyde précipité.

» En admettant pour l'oxyde la formule Sm^2O^3, qui s'accorde parfai-

tement avec ses caractères chimiques, six expériences avec diverses fractions ont donné les poids atomiques suivants :

	Oxyde.	Sulfate.	Sm^2O^3 dans le sulfate pour 100.	Poids atomique.
I.......	1,6736	2,8278	59,180	149,975
II......	1,9706	3,3301	59,175	149,940
III.....	1,1122	1,8787	59,201	150,120
IV....	1,0634	1,7966	59,190	150,045
V......	0,8547	1,4440	59,190	150,045
VI.....	0,7447	1,2583	59,183	150,000

» La moyenne de ces expériences est 150,021; j'adopte pour poids atomique le nombre 150.

» L'*oxyde de samarium* est blanc, avec une teinte jaunâtre à peine perceptible. Il se dissout aisément dans les acides et donne ainsi des sels d'une couleur de topaze.

» L'*hydrate* est blanc et gélatineux. C'est une plus forte base que l'yttria et la terbine, mais moins puissante que l'oxyde de didyme.

» J'ai préparé et analysé les sels suivants :

» Le *chlorure*, $SmCl^3 + 6H^2O$, grands cristaux déliquescents.

» Le *chloroplatinate*, $SmCl^3 + PtCl^4 + 10\frac{1}{2}H^2O$, prismes allongés, orangés.

» Le *platinocyanure*, $2Sm(CAz)^3 + 3Pt(CAz)^2 + 18H^2O$, prismes jaunes avec reflet bleuâtre.

» L'*azotate*, $Sm3AzO^3 + 6H^2O$, prismes d'une couleur pâle jaunâtre.

» L'*acétate*, $Sm3C^2H^3O^2 + 4H^2O$, forme de prismes courts.

» Le *sulfate*, $Sm^23SO^4 + 8H^2O$, est beaucoup moins soluble que le sel analogue de didyme.

» Le *séléniate*, $Sm3SeO^4 + 8H^2O$, ressemble au précédent, mais il est facilement soluble.

» Le *sulfate double de samarium et de potassium* est une poudre blanche, peu soluble, dont l'analyse a indiqué la composition

$$2Sm^23SO^4 + 9K^2SO^4(+3H^2O).$$

» Le *sulfate ammoniacal*, $Sm^23SO^4 + (AzH^4)^2SO^4 + 8H^2O$, forme de petits cristaux nets.

» La *sélénite*, $Sm^2O^3, 4SeO^2 + 5H^2O$, a été obtenue par l'action de l'acide sélénieux sur l'acétate. C'est un précipité composé d'aiguilles microscopiques.

» L'*oxalate*, $Sm^23C^2O^4 + 10H^2O$, poudre cristalline.

» Par ses caractères, le samarium se rapproche le mieux du didyme, moins des métaux d'yttria.

» La composition des sels est la même que celle des sels de didyme. Les formules du chloroplatinate, du sulfate ammoniacal et de la sélénite mettent la formule Sm^2O^3 hors de doute. »

CHIMIE. — *Sur la coloration bleue obtenue par l'action de l'acide chromique sur l'eau oxygénée.* Note de M. **H. Moissan**, présentée par M. Debray.

« En 1847, Barreswil démontra que, si l'on mélange des solutions étendues d'acide chromique et d'eau oxygénée, on voit apparaître une coloration bleue qui se détruit rapidement au sein du liquide qui l'a produite. L'éther agité avec ce liquide au moment de la réaction prend une teinte bleue. Barreswil ne put obtenir de combinaison définie de ce nouveau composé, mais d'après le volume d'oxygène dégagé par le liquide bleu, mélangé d'un excès d'eau oxygénée, il fut amené à lui donner la formule Cr^2O^7 et à le considérer comme l'acide perchromique.

» On sait que cette coloration bleue constitue une réaction d'une extrême sensibilité, soit pour reconnaître des traces de chrome à l'état d'acide chromique, soit, comme l'a conseillé Schœnbein, pour déceler une très petite quantitée d'eau oxygénée.

» J'ai été amené à reprendre l'étude de ce composé. L'eau oxygénée a été préparée par l'action de l'acide chlorhydrique pur étendu sur le bioxyde de baryum. La solution de bichromate de potasse renfermait 50^{gr} par litre, et l'éther a été purifié par une agitation avec l'eau saturée de chlorure de sodium, puis séché sur du chlorure de calcium anhydre, et enfin distillé sur du sodium. Cette purification de l'éther est très importante, car une petite quantité d'alcool augmente beaucoup l'instabilité de la solution éthérée bleue. En opérant à une température voisine de 0°, on obtient facilement un éther bleu renfermant environ $0^{gr},5$ de chrome pour 100. Cet éther était mis à digérer pendant une heure sur du chlorure de calcium fondu.

» Le liquide bleu ainsi préparé peut se conserver facilement six à huit heures dans l'eau glacée, sans que sa richesse en chrome diminue beaucoup; mais, en général, le lendemain matin, l'éther n'était plus que faiblement coloré et un dépôt d'acide chromique tapissait les parois du tube. Une solution étendue se conservait mieux qu'une solution concentrée.

» J'ai cherché tout d'abord à isoler le composé chromé. Pour cela, j'ai

évaporé dans le vide sec, au moyen de la trompe, à une température de $-20°$, le liquide éthéré bleu placé dans un tube de verre allongé. L'ébullition rapide de l'éther abaissait encore la température du liquide à évaporer. Dans ces conditions, et avec de l'éther pur, on voit des gouttelettes huileuses, d'un bleu indigo foncé, descendre le long des parois du tube et se réunir au fond en un liquide coulant difficilement. Lorsque tout l'éther est évaporé, ce liquide peut être conservé quelque temps dans le mélange réfrigérant. Il présente une certaine viscosité, est doué d'une couleur bleue foncée, et en présence du sodium il dégage de l'hydrogène. Repris par l'éther, il fournit une solution bleue analogue au liquide primitif. Aussitôt que la température s'élève, des bulles de gaz se dégagent, et en moins de dix minutes la décomposition est complète; il ne reste que de l'acide chromique.

» L'instabilité de cette substance ne me permettant pas de la manier avec facilité, j'ai essayé alors de produire ce composé par oxydation directe de l'acide chromique. J'étais guidé dans ces expériences par les belles recherches de M. Berthelot sur l'acide persulfurique, car je croyais encore, à ce moment, à l'existence de l'acide perchromique. L'action de l'ozone sur l'acide chromique sec n'a pas donné naissance au composé bleu. En faisant réagir l'ozone sur une solution acétique d'acide chromique, on n'a rien obtenu. Toutes ces expériences ont été faites avec de l'oxygène ozoné à 2 pour 100 environ.

» L'électrolyse de différentes solutions n'a produit des résultats que lorsqu'il se formait de l'eau oxygénée. On ne doit pas oublier dans ces expériences que l'eau détruit facilement le composé bleu; il suffit en effet d'agiter vivement quelques centimètres cubes de solution éthérée bleue avec de l'eau distillée pour décolorer l'éther.

» J'ai donc eu recours, pour fixer la composition de cette matière bleue, à sa solution éthérée. Cette solution se décompose au contact des acides et des bases en dégageant de l'oxygène. 10^{cc} de la solution éthérée, renfermant une quantité de chrome correspondant à 0,058 de Cr^2O^3, ont été placés dans un tube gradué rempli d'eau et mis en présence d'une petite quantité de potasse. Le volume d'oxygène recueilli et analysé, ramené à $0°$ et à $760°$, était de $9^{cc},25$. Or, avec la formule Cr^2O^7, $0^{m},058$ de sesquioxyde de chrome ne devraient fournir que $4^{cc},22$ d'oxygène. Le volume trouvé est donc beaucoup trop grand.

» Ces expériences, répétées en grand nombre sur des solutions éthérées dont la teneur en chrome variait beaucoup, m'ont toujours donné un

excès d'oxygène et un excès constant proportionnel à la quantité de chrome.

» J'ai préparé alors de l'eau oxygénée pure ; je l'ai mise en présence, à la température de 0°, d'une solution aqueuse d'acide chromique pur. Il s'est produit une coloration bleue intense. Il ne pouvait dans ce cas, d'après les analyses précédentes, que se former deux composés, ou un acide de formule CrO^4 (analogue à l'acide osmique et à l'acide hyperruthénique) ou une combinaison d'acide chromique et d'eau oxygénée. Si l'on admet cette dernière hypothèse, les chiffres obtenus à l'analyse concordent avec la formule CrO^3HO^2. C'est ainsi que, dans l'analyse citée plus haut, le composé CrO^3,HO^2 devrait donner $8^{cc},44$ d'oxygène: on en a trouvé $9^{cc},25$.

» Mais les propriétés de ce composé bleu rappellent plutôt une combinaison ayant l'instabilité de l'eau oxygénée que celles d'un oxyde acide.

» La solution éthérée bleue, mise en présence d'acide phosphorique et en général de tous les corps avides d'eau, se décompose avec dégagement d'oxygène. Les acides et les bases la détruisent immédiatement. Le bioxyde de plomb donne naissance, dans la solution éthérée, à un dégagement rapide d'oxygène. Il en est de même du charbon et du bioxyde de manganèse. Le minium et l'oxyde de mercure la décomposent aussi, mais moins rapidement que les corps précédents. Le sodium la détruit aussitôt avec formation d'un mélange gazeux d'hydrogène et d'oxygène. Cette solution bleue blanchit la peau à la façon de l'eau oxygénée.

» Tous ces caractères semblent donc nous démontrer que la combinaison bleue, soluble dans l'éther, obtenue par l'action de l'acide chromique sur l'eau oxygénée, est une combinaison de cet acide avec l'eau oxygénée; combinaison ayant pour formule CrO^3HO^2.

» Cependant, comme les volumes d'oxygène obtenus dans la décomposition de cette solution bleue par les acides et par les bases peuvent s'appliquer aux deux formules CrO^4 et CrO^3HO^2, j'ai dû m'attacher à démontrer la présence de l'hydrogène dans ce composé. De l'éther pur a été agité avec de l'eau oxygénée, séché sur du chlorure de calcium, évaporé à — 20° dans le vide, et le faible dépôt obtenu a été mis ensuite, au moyen d'un dispositif spécial, en présence d'amalgame de sodium. On n'a recueilli dans ce cas que des traces d'hydrogène décelées par l'analyse eudiométrique. Au contraire, le résidu de 10^{cc} de solution bleue préparée avec le même éther pur, dans des conditions identiques, évaporé dans le vide

à — 20°, a fourni 8^{cc} d'un gaz brûlant avec une flamme incolore et présentant bien les caractères de l'hydrogène.

» Je crois donc pouvoir démontrer par ces recherches l'existence d'une combinaison d'un acide avec l'eau oxygénée, combinaison analogue à celles qu'a déjà obtenues M. Berthelot. L'étude du composé barytique correspondant au corps bleu que l'on peut préparer par l'action de la solution éthérée sur l'hydrate de bioxyde de baryum viendra nous aider à élucider cette question. Ces recherches feront l'objet d'une nouvelle Communication, que j'aurai l'honneur de présenter bientôt à l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide tétrique et ses homologues.* Note de M. **W. Pawlow**, présentée par M. Wurtz.

« L'acide tétrique de M. Demarçay a été envisagé jusqu'à présent comme un corps d'un type particulier qu'on ne saurait placer à côté d'aucun des composés connus. Une telle particularité lui prêtant un intérêt spécial, j'ai entrepris, d'après la proposition de M. le professeur A. Boutlerow et dans son laboratoire, la préparation et l'étude de cet acide. Étant arrivé à des résultats qui promettent d'éclaircir la nature véritable de l'acide tétrique et de ses homologues et de les faire rentrer dans le système des composés organiques connus, je demande la permission de soumettre mes observations à l'Académie.

» En préparant l'acide tétrique d'après la méthode de M. Demarçay, j'avais à manier de fortes quantités d'éther acétacétique monométhylé et monobromé, et j'ai remarqué que ce corps, pris à l'état pur, se décompose lentement à la température ordinaire, en déposant une substance cristalline. Cette décomposition marche beaucoup plus rapidement si l'on chauffe au bain-marie, et la substance huileuse se prend alors bientôt en une masse de cristaux. J'ai poursuivi l'étude de cette transformation intéressante et je me suis bientôt assuré qu'elle n'engendre que deux produits principaux. Ces produits sont l'*acide tétrique de M. Demarçay*, que j'ai reconnu d'après toutes ses propriétés, et l'*éther bromhydrique*. La réaction est très nette et la quantité de l'acide formé est beaucoup plus considérable que lorsqu'on le prépare d'après la méthode de M. Demarçay.

» La netteté de la transformation paraît indiquer l'existence d'une relation simple entre la composition de l'acide tétrique et celle de l'éther qui lui donne naissance. En effet, les analyses sont venues confirmer une telle

supposition; elles m'ont conduit à la formule $C^5H^6O^3$ pour le corps que M. Demarçay a désigné sous le nom d'*acide tétrique*.

» I. $0^{gr},3830$ de sel argentique de l'acide tétrique, préparé d'après la méthode de M. Demarçay, ont donné $0^{gr},3786$ d'acide carbonique et $0^{gr},0906$ d'eau, en laissant $0^{gr},1879$ d'argent métallique.

» II. $0^{gr},2575$ d'acide, obtenu par le chauffage de l'éther, ont fourni $0^{gr},4950$ d'acide carbonique et $0^{gr},1232$ d'eau.

» III. $0^{gr},3274$ du même acide ont donné $0^{gr},6323$ d'acide carbonique et $0^{gr},1691$ d'eau.

» En centièmes :

	I.	II.	III.
C.	26,96	52,42	52,67
H.	2,62	5,32	5,73
Ag.	49,06	»	»

La théorie exige :

	Pour $C^5H^5AgO^2$.	Pour $C^5H^6O^2$.
C.	27,10	52,61
H.	2,26	5,26
Ag.	48,86	»

» M. Demarçay attribue à l'acide libre la formule

$$C^{12}H^{14}O^7 = 3(C^4H^4O^2), H^2O,$$

qui exige C = 53,33 pour 100, H = 5,18 pour 100 et diffère peu de la formule à laquelle je suis arrivé.

» En effet :

$$3[3(C^4H^4O^2), H^2O] = 7C^{5\frac{1}{7}}H^6O^3.$$

» En même temps, la plupart des sels de M. Demarçay s'accordent parfaitement avec ma manière de voir.

» M. Demarçay exprime la composition de plusieurs sels par la formule

$$5(C^4H^4O^2), 2M^2O,$$

mais une telle formule ne présente en effet autre chose que $C^5H^5MO^3$:

$$5(C^4H^4O^2), 2M^2O = C^{20}H^{20}M^4O^{12} = 4C^5H^5MO^3.$$

» Dès lors la transformation de l'éther méthylacétacétique monobromé peut être représentée par l'équation simple

$$C^5H^6Br(C^2H^5)O^3 = C^5H^6O^3 + C^2H^5Br.$$

» La formule compliquée que M. Demarçay attribue à l'acide tétrique et la formule comparativement simple que je crois pouvoir lui assigner ne présentent, comme on l'a vu, qu'une différence assez faible dans la composition centésimale, mais cette différence doit devenir très sensible pour les homologues supérieurs de l'acide tétrique. Ainsi, l'acide heptique de M. Demarçay, qui se forme en partant de l'éther isobutyl-acétacétique monobromé $C^8H^{12}Br(C^2H^3)O^3$, devrait posséder, selon ma manière de voir, la composition $C^8H^{12}O^3$, tandis que M. Demarçay lui attribue la composition $3(C^7H^{10}O^2),H^2O$. La différence de la composition centésimale pour ces deux formules est environ de deux centièmes pour le carbone.

» J'ai donc préparé l'acide heptique en chauffant l'éther isobutyle-monobromé en question. Ici, de même, la transformation est très régulière, et l'on obtient l'acide à l'état pur, après l'avoir fait cristalliser une fois dans l'alcool.

» Les caractères extérieurs du corps obtenu s'accordent parfaitement avec ceux que M. Demarçay attribue à son acide heptique, mais la composition du corps a été trouvée telle que je l'attendais :

» $0^{gr},2755$ d'acide heptique ont fourni $0^{gr},6196$ d'acide carbonique et $0^{gr},1938$ d'eau.

» En centièmes :

	Expérience.	Théorie pour $3(C^7H^{10}O^2)H^2O^2$.	Théorie pour $C^8H^{12}O^3$.
C...................	61,33	63,63	61,53
H...................	7,81	8,08	7,69

» La formation des acides en question par le simple dégagement de l'éther bromhydrique paraît indiquer qu'ils représentent des substances non saturées. Une molécule de l'acide tétrique se combine facilement, en effet, avec deux atomes de brome, comme j'ai pu m'en convaincre par une expérience quantitative de l'addition directe. D'après cela et d'après le nouveau mode de formation que j'ai découvert, la formule développée suivante paraît devoir être assignée à l'acide tétrique de M. Demarçay et à ses homologues :

$$C^5H^6O^3 = \left.\begin{matrix} CH^3 \\ | \\ CO \\ | \\ C = CH^2 \\ | \\ CO\,HO \end{matrix}\right\} \text{et en général} \left\{\begin{matrix} CH^3 \\ | \\ CO \\ | \\ C = C^nH^{2n} \\ | \\ CO.HO \end{matrix}\right.$$

» L'acide tétrique ne serait donc alors pas autre chose que l'acide

acrylique acétylé. Sa formation s'exprimerait de la manière suivante :

$$\begin{matrix} CH^3 \\ CO \\ CBr = CH^3 \\ CO.O(C^2H^5) \end{matrix} - C^2H^5Br = \begin{matrix} CH^3 \\ | \\ CO \\ | \\ C = CH^2 \\ | \\ CO.OH \end{matrix}$$

» Une telle manière de voir exprime pourquoi l'éther acétacétique monobromé

$$C^4H^4Br(C^2H^5)O^3 = \begin{matrix} CH^3 \\ | \\ CO \\ | \\ CHBr \\ | \\ CO.O(C^2H^5) \end{matrix}$$

lui-même est incapable, comme je m'en suis assuré par une expérience directe, de subir une transformation nette en perdant les éléments de l'éther bromhydrique. C'est qu'il ne renferme pas d'hydrogène combiné aux atomes de carbone voisins de celui auquel le brome est uni, hydrogène que le brome aurait pu éliminer sous forme d'acide bromhydrique. »

MINÉRALOGIE. — *Sur le dimorphisme de l'iodure d'argent;* par MM. **Mallard** et **Le Chatelier**.

« L'un de nous a montré ([1]) que la boracite, malgré sa forme extérieure rigoureusement cubique, possède, à la température ordinaire, une biréfringence énergique, due à la symétrie rhombique de la molécule. Au-dessus d'une certaine température fixe, cette substance est au contraire uniréfringente, la symétrie moléculaire devenant alors cubique comme celle du réseau. Le passage d'un état à l'autre se fait *subitement* à une température qui reste exactement la même, quel que soit le sens du passage.

» Un phénomène analogue a été observé pour le sulfate de potasse qui, rhombique à la température ordinaire, prend subitement la symétrie hexagonale à une certaine température et la conserve pour toutes les températures supérieures.

» M. O. Lehmann ([2]) avait déjà observé un fait semblable pour l'azotate

---

([1]) *Bulletin de la Société minéralogique*, t. V, p. 214 (1882) et *Journal de Physique*, mai 1883.

([2]) *Groth. Zeitsch.*, t. I, p. 97; 1877.

d'ammoniaque qui, lorsqu'on en élève graduellement la température, passe d'abord de la forme rhombique à la forme rhomboédrique pour prendre subitement vers 127° la forme cubique.

» Dans un travail fait en commun (¹), nous avons montré que le changement d'état de la boracite se fait à une température très voisine de 265°, et que le passage de la symétrie rhombique à la symétrie cubique est accompagné d'une absorption de chaleur égale à $4^{cal},77$ pour 1^{gr}.

» Nous venons de constater que l'iodure d'argent subit un changement d'état semblable à celui de la boracite.

» L'iodure d'argent, porté à une température suffisamment élevée, est rouge sombre, tandis qu'il est jaune clair à la température ordinaire. Dans un Mémoire qui date déjà de plusieurs années, M. Wernicke (²) a annoncé que, si l'on observe sous le microscope une lame d'iodure en voie de refroidissement, on voit d'abord la teinte de la substance varier d'une manière graduelle; mais, lorsque la lame est arrivée à une température déterminée, que le savant allemand fixe à 138° à 138°,5, la couleur passe *subitement* du jaune intense au blanc jaunâtre. Le réchauffement de la lame amène brusquement, à la même température, un changement inverse dans la couleur.

» Nous avons pensé que ce curieux phénomène devait être accompagné d'un changement dans la forme cristalline et qu'il devait correspondre au passage de la forme hexagonale à la forme cubique que, d'après M. O. Lehmann (³), prend l'iodure d'argent au moment de la solidification. En observant sous le microscope polarisant, nous avons en effet constaté que l'iodure d'argent, hexagonal et très énergiquement biréfringent à la température ordinaire, est cubique et uniréfringent pour toutes les températures supérieures à une température déterminée. Le changement d'état cristallin, qui ne se manifeste extérieurement que par le changement brusque de couleur signalé par M. Wernicke et par la disparition ou la réapparition de la biréfringence, se fait subitement et toujours à la même température, quel que soit le sens du changement.

» Nous avons trouvé la température du changement d'état égale à 146° environ, nombre peu différent de celui de Wernicke (138°).

» Le passage de la symétrie hexagonale à la symétrie cubique absorbe

(¹) *Bull. de la Soc. min.*, mai 1883.

(²) *Pogg. Ann.*, 142, p. 560 (1871).

(³) *Groth. Zeit.*, t. I, 492 (1877).

de la chaleur, comme on le constate aisément en étudiant la marche de l'échauffement ou celle du refroidissement d'un thermomètre plongé dans de l'iodure en fragments.

» Nous avons mesuré la chaleur ainsi absorbée en mesurant la chaleur spécifique moyenne de l'iodure, entre la température ambiante et des températures diverses, depuis 98° jusqu'à 347°. Voici les résultats de nos expériences :

Chaleur spécifique moyenne entre 20° et une température T inférieure à 127°..	0,059[1]
Chaleur spécifique moyenne entre 154° et une température T inférieure à 347°..	0,055
Quantité de chaleur absorbée (pour 1^{gr}) de 20°,1 à 127°..................	6^{cal},35
Quantité de chaleur absorbée (pour 1^{gr}) de 20°,1 à 153,6°................	14^{cal},74

» On déduit sans peine de ces nombres que la chaleur absorbée par l'iodure pour passer de l'état hexagonal à l'état cubique est égale à 6^{cal},8 pour 1^{gr}, soit, pour le poids de 234^{gr},8 qui correspond au poids moléculaire, 1^{Cal},6 en grandes calories.

» Le passage subit de la symétrie hexagonale à la symétrie cubique, ou inversement, sans que rien paraisse changé dans l'état d'agrégation des molécules, exige évidemment que le réseau cristallin de l'iodure d'argent soit sensiblement le même sous les deux états, de telle sorte que ceux-ci ne doivent guère différer entre eux que par l'arrangement des atomes dans la molécule.

» M. von Zepharovitch [2] admet comme paramètres cristallins de l'iodure hexagonal les nombres $h : a = 0,8196 : 1$. Si l'on multiplie ces nombres par $\frac{3}{2}$, on peut écrire aussi

$$h : a = 1,2294 : 1.$$

» Dans un réseau cubique où h serait l'axe ternaire et a un axe binaire, on aurait

$$h : a = 1,2247 : 1.$$

» Le système réticulaire de l'iodure hexagonal est donc effectivement très voisin de la forme cubique.

---

(1) Regnault a trouvé pour cette chaleur spécifique moyenne 0,0616. La différence relative est de $\frac{1}{30}$ et de l'ordre des erreurs de nos observations pour les températures peu élevées. Ces erreurs, assez considérables, sont dues au faible poids de matière que la disposition de notre appareil nous forçait d'employer.

(2) *Groth. Zeit.*, t. IV, p. 119 (1879).

» On voit en outre que l'axe sénaire de l'iodure hexagonal est plus grand qu'il ne le faudrait pour que le réseau fût cubique; il doit donc, au moment du passage de l'état hexagonal à l'état cubique, se produire une contraction de l'axe vertical ou une dilatation de l'axe horizontal, ou encore l'un et l'autre de ces deux phénomènes à la fois. La singulière anomalie de l'iodure d'argent qui, d'après les belles recherches de M. Fizeau, se contracte suivant l'axe sénaire et se dilate légèrement suivant l'axe horizontal, en subissant au total une contraction cubique lorsqu'on élève la température, peut donc être considérée comme une sorte de préparation au changement d'état cristallin qui se produit vers 146°.

» S'il en est ainsi, la dilatation de l'iodure cubique doit devenir normale au-dessus de 146°. M. Rodwell ([2]) a en effet constaté qu'entre 142° et 145°,5, l'iodure d'argent, après avoir subi une contraction subite et considérable, se dilate ensuite régulièrement, sous l'influence d'une température croissante, jusqu'au point de fusion. »

CHIMIE. — *Sur de nouvelles réactions caractéristiques des sels d'or.* Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« On sait que les sels d'or, et notamment le chlorure d'or, sont facilement décomposés par les réducteurs avec production d'or métallique. Lorsque la dissolution est franchement acide et concentrée, la poudre d'or se dépose assez vite; lorsqu'elle est, au contraire, très étendue, le précipité est tellement ténu, qu'il reste très longtemps en suspension, donnant au liquide une coloration bleue par transmission et brune par réflexion. Cet effet de dichroïsme constitue un caractère très sensible pour révéler la présence de l'or.

» Le protochlorure d'étain mêlé de bichlorure donne naissance à un précipité d'aspect différent, le *pourpre de Cassius*. La précipitation est rapide, quand les sels employés sont en quantité notable; elle se traduit par une simple coloration brune, lorsqu'ils sont en très petite quantité, et ce n'est alors qu'au bout d'un jour au moins que le dépôt se fait sous forme d'une couche floconneuse d'un beau rouge. Le pourpre de Cassius a été considéré par quelques savants comme renfermant de l'or métallique très divisé, par d'autres comme contenant une combinaison de protoxyde d'or et d'oxydes d'étain.

([1]) *Proceed. of the Roy. Soc.*, XXV, p. 280 (1876).

» Les expériences suivantes, relatives à d'autres combinaisons de l'or, serviront peut-être, par analogie, à jeter quelque lumière sur la question de l'état chimique de l'or dans le pourpre de Cassius.

» Si l'on verse dans une petite fiole quelques gouttes d'une solution étendue de chlorure d'or, quelques gouttes d'acide arsénique, 2 ou 3 gouttes de perchlorure de fer et autant d'acide chlorhydrique, qu'on ajoute une centaine de centimètres cubes d'eau et qu'on introduise un fragment de zinc, on voit le liquide se colorer bientôt en pourpre au voisinage du zinc et prendre tout entier, par agitation, une belle teinte rose ou pourpre.

» L'expérience ainsi conduite peut durer jusqu'à une demi-heure; elle est terminée en quelques instants, si l'on emploie quelques centigrammes de zinc en poudre et si l'on agite la fiole.

» La coloration rose est immédiate aussi, lorsqu'on verse dans la dissolution du sel d'or, préparée de la même façon, quelques gouttes du liquide obtenu en attaquant du fer métallique par de l'acide chlorhydrique étendu, ou mieux en le chauffant avec un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide arsénique. On étend d'eau en laissant au contact d'un excès de métal.

» Cette réaction est extrêmement sensible. Elle permet de reconnaître la présence de très petites quantités d'or. Il suffit de $0^{gr},0001$ dans 100^{cc} de liquide, c'est-à-dire d'un millionième d'or, pour que le changement de couleur soit bien visible. On peut même le distinguer encore avec une proportion d'or moitié moindre.

» Je me propose d'indiquer bientôt comment la même réaction pourrait aussi être utilisée pour l'analyse quantitative.

» On peut d'ailleurs en faire varier les conditions.

» L'acide phosphorique, employé au lieu d'acide arsénique, donne une coloration violette ou bleuâtre. L'acide chlorhydrique employé seul fournit lui-même une coloration rosée, mais moins vive qu'avec addition d'acide arsénique.

» D'autres influences réductives peuvent d'ailleurs produire un effet semblable : par exemple, le contact de petites quantités d'hydrogène sulfuré, répandues dans l'atmosphère du laboratoire, ou bien le passage dans la liqueur d'un courant d'hydrogène produit par le zinc et l'acide sulfurique et incomplètement purifié. Dans toutes ces circonstances, on retrouve la présence de combinaisons hydrogénées, auxquelles il convient peut-être d'attribuer en partie l'effet réducteur sur le sel d'or.

» Je pense que la réduction est seulement partielle et qu'il y a formation d'un sel complexe de protoxyde d'or (Au^2O) et de peroxyde de fer, so-

luble dans une liqueur faiblement acide. Le perchlorure de fer, qui est indispensable, agit sans doute comme modérateur de l'action réductive. Voici, au reste, sur quelles remarques est fondée l'interprétation que je propose.

» La liqueur rose ou pourpre est parfaitement limpide. Elle peut être filtrée sans se décolorer. Elle se conserve sans altération pendant longtemps (plusieurs de mes expériences remontent à trois mois). Elle a donc tous les caractères d'une véritable dissolution et non ceux d'un liquide, qui tiendrait en suspension des particules très fines de métal.

» Pour rester limpide, la dissolution doit être légèrement acide. Si l'on a négligé de mettre les quelques gouttes d'acide chlorhydrique nécessaires, le liquide se trouble lentement et il se fait un dépôt floconneux, de couleur pourpre. Un dépôt analogue se produit aussi par neutralisation progressive, lorsqu'on laisse la liqueur primitivement acidulée au contact de zinc en excès. Il se produit enfin par l'addition de diverses solutions salines et notamment de sels ammoniacaux; mais d'autres sels, comme le chlorure de sodium, ne donnent pas toujours lieu à cette précipitation.

» Si la liqueur est trop acide, la réaction ne réussit pas et l'on aperçoit seulement une coloration bleue, accompagnée de dichroïsme, qui doit s'expliquer par une réduction plus avancée de l'or, ramené à l'état métallique. Pareille décomposition s'observe quand on cherche à redissoudre par l'acide chlorhydrique un dépôt précédemment formé. Le résultat est encore le même si l'on verse trop vite un excès du réducteur acide dans la dissolution d'or.

» Mais on peut, au contraire, employer un assez grand excès du liquide réducteur, à la condition de l'introduire par petites doses. Il semble que le sel de protoxyde d'or, une fois formé, résiste mieux que le perchlorure d'or à l'influence des réducteurs. Un autre exemple à citer est celui de l'azotate mercureux qui précipite le perchlorure d'or et ne donne, au contraire, dans la dissolution du sel de protoxyde, qu'un précipité blanc de chlorure mercureux, tandis que la liqueur surnageante reste colorée en pourpre.

» Enfin j'ai tenté de déterminer directement l'état d'oxydation de l'or dans la liqueur pourpre. Voici comment j'ai opéré :

» Prenant 10^{mgr} d'or à l'état de chlorure, j'ajoute une dizaine de gouttes de perchlorure de fer, une vingtaine de gouttes d'acide arsénique et cinq à six gouttes d'acide chlorhydrique, puis j'étends d'eau distillée jusqu'à 1^{lit} environ. Dans la dissolution je verse goutte à goutte, avec une pipette graduée, la liqueur réductrice, préparée comme il est dit plus haut,

en suivant avec soin le changement de teinte de la liqueur, jusqu'à ce qu'elle ne paraisse plus se modifier.

» Je verse aussitôt avec la pipette le même volume de la liqueur réductrice dans de l'eau acidifiée par l'acide sulfurique; je détermine, au moyen d'une burette graduée, la quantité de permanganate de potasse qui est décolorée et, par suite, la quantité d'oxygène absorbée par le protosel de fer. Je puis donc en conclure, avec assez d'approximation, la quantité d'oxygène qui a été cédée par le sel d'or; il n'y a d'incertitude que sur l'instant précis où la couleur pourpre atteint son maximum d'intensité.

» J'ai recommencé un essai semblable avec 25^{mgr} d'or; dans les deux cas, la quantité d'oxygène trouvée a été très sensiblement les $\frac{2}{3}$ de celle qui correspondrait à la formule Au^2O^3. Le sel devait donc bien contenir l'or à l'état Au^2O.

» L'analyse a été complétée de la façon suivante : dans la dissolution formée avec 10^{mgr} d'or, j'ai versé de l'azotate d'ammoniaque, qui a fait déposer un précipité pourpre; je l'ai reçu sur un filtre et bien lavé à l'eau pure. Je l'ai traité, humide encore, par l'acide azotique, qui a laissé l'or métallique (10^{mgr}); j'ai vérifié par l'azotate d'argent l'absence du chlore, puis, ayant éliminé l'argent par HCl, j'ai précipité le fer à l'état de sulfure et l'arsenic à l'état d'arséniate ammoniacomagnésien. J'ai trouvé ainsi :

	gr
Or	0,010
Peroxyde de fer	0,075
Acide arsénique	0,092

ce qui correspond à la formule

$$Au^2O, 19Fe^2O^3, 15AsO^5. »$$

THERMOCHIMIE. — *Sur les alcoolates de soude.* Note de M. **de Forcrand**, présentée par M. Berthelot.

« **1.** On connaît trois composés de soude et d'alcool, savoir :

» 1° L'alcoolate $C^4H^5NaO^2, 3C^4H^6O^2$ découvert par Wanklyn. Ce sont des aiguilles incolores, transparentes, qu'on sépare de l'alcool en excès en distillant dans le vide, à la température ordinaire (+ 20°), le produit de l'action du sodium sur l'alcool.

» 2° L'alcoolate $C^4H^5NaO^2, 2C^4H^6O^2$ décrit par Geuther et Scheitz; on l'obtient par le même procédé, mais en chauffant la cornue à + 70°. La distillation dans le vide doit être prolongée pendant plusieurs heures.

» 3° L'alcoolate $C^4H^5NaO^2$ se prépare en chauffant les composés précédents à 200° dans un courant d'hydrogène sec. Ces trois combinaisons sont déliquescentes à l'air et très altérables par l'oxygène, qui les colore en brun. On peut cependant les obtenir incolores, mais elles contiennent toujours une petite quantité d'hydrate de soude ($\frac{1}{13}$ à $\frac{1}{14}$ d'équivalent dans mes expériences). On a tenu compte de cette impureté dans les calculs.

» 2. La dissolution dans l'eau de ces trois composés a donné à + 20° :

		Cal
$C^4H^5NaO^2$ sol.	+ Aq	+13,47
$C^4H^5NaO^2, 2C^4H^6O^2$	+ Aq	+10,46
$C^4H^5NaO^2, 3C^4H^6O^2$	+ Aq	+12,34

» 3. D'où l'on tire les chaleurs de formation :

$C^4H^6O^2$ liq. + NaO sol. $=$ $C^4H^5NaO^2$ sol. + HO sol. .... $+17^{Cal},35$

$C^4H^6O^2$ liq. + $NaHO^2$ sol. $=$ $C^4H^5NaO^2$ sol. + H^2O^2 sol. ..... $+0^{Cal},25$

» Ainsi la chaleur de formation de l'alcoolate de soude, aussi bien que celle du glycolate de soude bibasique (+ 0,13) à partir de l'hydrate de soude, est sensiblement nulle. L'eau et l'alcool jouent donc un rôle sensiblement équivalent vis-à-vis de la soude anhydre. La chaleur de formation de l'alcoolate serait même négative, si l'on rapportait la réaction à l'eau liquide pour en rendre l'état comparable à celui de l'alcool. Cependant le mélange des dissolutions moyennement concentrées de soude et d'alcool donne lieu à un dégagement de chaleur (¹) attribuable à la formation exothermique des alcoolates à plusieurs équivalents d'alcool. En effet, on déduit de même :

	Cal
$C^4H^5NaO^2$ sol. + $2C^4H^6O^2$ liq. $=$ $C^4H^5NaO^2, 2C^4H^6O^2$ sol.	+ 8,06
$C^4H^5NaO^2$ sol. + $3C^4H^6O^2$ liq. $=$ $C^4H^6NaO^2, 3C^4H^6O^2$ sol.	+ 8,64
$C^4H^5NaO^2, 2C^4H^6O^2$ sol. + $C^4H^6O^2$ liq. $=$ $C^4H^5NaO^2, 3C^4H^6O^2$ sol.	+ 0,58

» Une fraction notable de cette chaleur est attribuable à la solidification de l'alcool.

» Pour les réactions inverses :

	Cal
$C^4H^5NaO^2$ sol. + H^2O^2 liq. $=$ $C^4H^6O^2$ liq. + $NaHO^2$ sol.	+ 1,19
$C^4H^5NaO^2, 2C^4H^6O^2$ sol. + H^2O^2 liq. $=$ $3C^4H^6O^2$ liq. + $NaHO^2$ sol.	− 6,82
$C^4H^5NaO^2, 3C^4H^6O^2$ sol. + H^2O^2 liq. $=$ $4C^4H^6O^2$ liq. + $NaHO^2$ sol.	− 7,44

(¹) Ce dégagement de chaleur existe jusqu'à ce que les liqueurs renferment 160 H^2O^2 pour 1^{eq} d'alcool (Berthelot, *Mécanique chimique*, t. II, p. 256), tandis que les alcoolates formés par les alcools polyatomiques sont plus stables en présence de l'eau.

» L'eau en excès décompose en sens inverse les alcoolates à cause de la chaleur d'hydratation des deux produits de la réaction par une portion de l'eau, hydratation qui dégagerait $+17,78$ ou même $+19,78$, suivant qu'il s'agit de $3C^4H^6O^2$ ou de $4C^4H^6O^2$.

» 4. On tire encore des données précédentes

$$C^4H^6O^2 \text{ liq.} + \text{Na sol.} = C^4H^5NaO^2 \text{ sol.} + \text{H gaz.} = +32^{Cal},13,$$

valeur dont l'excès sur la précédente explique l'avantage que l'on trouve à se servir du sodium métallique pour la préparation de l'alcool sodé. D'ailleurs elle est fort voisine de la chaleur dégagée par la réaction même de l'eau sur le sodium : H^2O^2 liq. $+$ Na $=$ $NaHO^2$ sol. $+$ H $+$ 33,3.

» 5. J'ai déterminé, directement, la chaleur de dissolution du sodium dans l'alcool en faisant varier l'excès d'alcool. L'expérience était faite dans un ballon de verre placé dans l'eau du calorimètre. Les gaz saturés des vapeurs d'alcool traversaient un serpentin de verre et étaient recueillis sur le mercure et mesurés. En tenant compte de la tension de vapeur de l'alcool, on peut calculer le poids de sodium employé par trois procédés, savoir : la mesure du volume du gaz, le titre alcalimétrique de la liqueur finale et la pesée directe du métal. Avec $1^{éq}$ de sodium pour $7^{éq}$ d'alcool, la dissolution est complète, mais trop lente pour se prêter à des mesures. Avec moins de $7^{éq}$ d'alcool, la réaction demeure incomplète. On a trouvé, avec un plus grand excès d'alcool :

Na sol. + 11 $C^4H^6O^2$ liq. =	$C^4H^5NaO^2$	dissous	dans	10 $C^4H^6O^2$	+	H gaz.....	+42,68
Na sol. + 21	»	»	»	20	»	»	+44,37
Na sol. + 41	»	»	»	40	»	»	+44,69
Na sol. + 61	»	»	»	60	»	»	+44,62

» Ainsi, à partir de 11 $C^4H^6O^2$, une nouvelle addition d'alcool ne donne que $+2^{Cal}$; pour obtenir la température maximum, il convient de ne pas dépasser cette quantité d'alcool.

» 6. On peut conclure de là la chaleur de dissolution de l'alcoolate anhydre $C^4H^5NaO^2$, dans un grand excès d'alcool; elle est représentée par $+44,69 - 32,13$, soit $12^{Cal},56$. Cette quantité diffère peu de la chaleur de dissolution de l'hydrate de soude, $NaHO^2$ dans un excès d'alcool, soit $+12,0$.

» 7. Ces résultats ont été complétés en dissolvant séparément, dans l'eau, des dissolutions alcooliques d'alcoolate de soude de composition

connue. On en a déduit la chaleur de dilution de l'alcoolate par l'alcool :

				Cal
$C^4H^5NaO^2$ sol. et	5	$C^4H^6O^2$ liq.	(dissolution saturée)......	+ 8,40
»	7	»	....	+ 9,26
»	12	»	....	+ 9,58
»	18	»	....	+ 10,61
»	80	»	....	+ 12,25

» La comparaison de ces nombres montre que l'eau et l'alcool jouent un rôle à peu près équivalent vis-à-vis de la soude et vis-à-vis du sodium.

» Cette circonstance, jointe à l'état de dissociation des hydrates et des alcoolates secondaires, rend compte des équilibres qui s'établissent dans les liqueurs qui contiennent à la fois de l'alcool, de l'eau et de la soude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la pyrogénation de la colophane.* Note de M. **Ad. Renard**, présentée par M. Wurtz.

« L'appareil dont j'ai fait usage se compose d'un cylindre vertical en terre, relié à une série d'appareils condensateurs. La cornue étant portée au rouge sombre, on y introduit, par un tube vertical, des fragments de colophane. Celle-ci se pyrogène, il se dégage de grandes quantités de gaz combustibles riches en hydrogène, en même temps que l'on recueille dans les appareils de condensation un goudron noir, assez fluide, mélangé d'une petite quantité d'eau.

» Ce goudron, soumis à la distillation jusqu'à la température de 300°, laisse un résidu de brai qui se solidifie par le refroidissement. Le produit distillé, après avoir été agité successivement avec de l'acide sulfurique et de la lessive de soude, puis soumis à de nombreuses distillations fractionnées, a fourni les carbures suivants : benzine, toluène, xylène, cumène, cymène, puis vers 200° de la naphtaline en petite quantité et enfin des huiles qui n'ont pas été étudiées.

» Le résidu à 300° de cette première distillation a été réuni au brai et le tout a été distillé de nouveau jusqu'à ce qu'il ne restât plus dans la cornue qu'un résidu de coke. On a ainsi obtenu une huile qui, par le refroidissement, s'est prise en une masse de consistance butyreuse. Cette huile, rectifiée de nouveau, a donné, entre 340° et 360° et au delà, un produit solide qui, après avoir été fortement exprimé à la presse, a été soumis à plusieurs cristallisations dans l'alcool.

» On a pu ainsi en retirer deux carbures, l'un de couleur jaune très peu soluble dans l'alcool froid, l'autre blanc plus soluble.

» Ces deux carbures, pour lesquels je propose le nom de *colophanthrène*, sont isomériques. Soumis à l'analyse, ils ont donné les résultats suivants :

	Carbure blanc.		Carbure jaune.
C....................	93,02	93,20	93,20
H....................	7,18	7,01	6,71

» Leur densité de vapeur n'a pu être déterminée, car, à la température d'ébullition du soufre, soit 440°, ils éprouvent un commencement de décomposition. D'un autre côté, leur étude n'est pas assez avancée pour qu'il soit possible d'établir leur formule et leur constitution.

» Le colophanthrène jaune est très peu soluble dans l'alcool, d'où il se dépose, par le refroidissement, en cristaux jaunes à fluorescence verdâtre. Il bout au delà de 360° par plusieurs cristallisations dans l'alcool; il paraît se transformer en carbure blanc.

» Le colophanthrène blanc est beaucoup plus soluble et se dépose en cristaux blancs brillants à fluorescence violette. Il fond à 87° et bout vers 340°. Distillé plusieurs fois, il se transforme partiellement en carbure jaune. Enfin, à la lumière, il prend une nuance jaune orangé.

» Ces deux carbures, oxydés par l'acide chromique en solution acétique, fournissent une diacétone en même temps qu'il se dégage de l'acide carbonique. Cette diacétone, chauffée avec de l'acide sulfurique fumant, donne naissance à un acide sulfoconjugué, dont le sel de potassium, chauffé en tube scellé vers 170°, avec une solution concentrée de potasse caustique, se transforme en une masse d'un violet intense qui, dissoute dans l'eau et décomposée par de l'acide chlorhydrique, fournit une matière colorante qui teint le coton mordancé en alumine en une nuance semblable à celle que donne l'alizarine.

» J'ai été très secondé dans ce travail, que je me propose de continuer, par l'un de mes élèves, M. Léon Lefebvre. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la courbe de secousse musculaire des différentes maladies du système neuro-musculaire.* Note de M. **Maurice Mendelssohn.**

« Dans un travail précédent [1], dont les résultats ont été communiqués à l'Académie dans sa séance du 11 août 1879, je me suis efforcé de démon-

[1] Voir *Recherches cliniques sur la période d'excitation latente dans différentes maladies nerveuses* (*Archiv. de Physiolog.*, 1880, p. 193). Voir aussi *Comptes rendus*, t. LXXXIX, n° 6.

trer combien l'examen clinique de muscles, consistant en une appréciation par la vue de la valeur de la secousse musculaire d'après le mouvement effectué par le membre exploré, est superficiel et imparfait. La méthode graphique seule nous fournit les moyens de nous rendre compte de l'état d'un muscle donné, soumis à un examen électrique, et de saisir ainsi tous ces troubles fonctionnels, passagers et imperceptibles à l'œil nu, que le muscle malade doit subir en passant d'un état d'activité exagérée (convulsion) à une impuissance motrice complète (paralysie). Mes recherches, faites avec les procédés myographiques de M. Marey (1), dans le service de M. Charcot, à la Salpêtrière, ont porté sur un très grand nombre de malades (femmes), dont quelques-unes ont été plusieurs fois examinées pendant les cinq années qu'ont duré ces recherches; j'ai pu ainsi les observer aux différentes périodes de l'évolution de leur maladie chronique. Je me suis assuré, dans le cours de ces recherches, que les altérations nutritives et fonctionnelles d'un muscle malade ne se traduisent pas autant par les modifications de la durée et de l'amplitude de la courbe de secousse musculaire que par les changements de son caractère et de sa forme. Voici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus :

» Dans l'*hémiplégie de cause cérébrale*, le caractère de la courbe musculaire ne change que quand les complications surviennent. Déjà bien avant que la contracture tardive soit évidente, on peut observer quelques modifications de la courbe musculaire, se traduisant par une augmentation de son amplitude et la brusquerie de son ascension, tandis que sa descente, brusque au début, tend de plus en plus à s'allonger et ne revient à l'abscisse qu'au bout d'un temps plus ou moins long. Cette courbe, qui ressemble beaucoup à celle d'un muscle vératrinisé, révèle l'*imminence d'une contracture future*, qui en ce moment-là échappe encore à l'observation clinique. L'amplitude de la courbe peut diminuer à mesure que la contracture se développe; quand celle-ci est à son maximum, le muscle peut ne plus réagir. Jusque-là, la courbe avait conservé toujours son caractère de brusquerie, qui ne commence à disparaître que quand la contracture fait place à l'atrophie musculaire. A cette période, le temps perdu et la durée de la secousse augmentent, la contraction se fait aussi lentement que la décontraction, l'amplitude de la courbe diminue de plus en plus, et cette dernière revêt le caractère d'une courbe de muscle fatigué.

» Les limites de cette Communication ne me permettent pas d'entrer

(1) Voir *Méthode graphique*, 1878, *Myographie*.

dans les détails de mes recherches, qui paraîtront sous peu dans les *Archives de Physiologie*. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Développement et structure de Bégonias tubéreux, à l'état jeune*. Note de M. **Henri Duchartre**, présentée par M. P. Duchartre.

« La présente Note renferme les résultats de mes observations : 1° sur les développements qui conduisent à la formation du tubercule ; 2° sur la structure anatomique de l'axe, avant la formation de ce même tubercule, chez divers Bégonias appartenant au sous-genre *Lemoinea*, créé par M. Eug. Fournier.

» J'ai examiné, sous ces deux points de vue à la fois, les Bégonias *Pearcei* Hook. f., *Davisii* Hook. f., *Frœbelii* A. DC., puis, pour le *B. boliviensis* A. DC., var. *Vesuvius* Veitch, j'ai suivi le développement et, pour le *B. Veitchii* Hook. f., j'ai étudié l'anatomie de l'axe.

» L'identité des faits observés chez ces diverses espèces permet de les supposer applicables au sous-genre tout entier.

» 1° Au moment où, à la germination, l'extrémité radiculaire de la plantule commence à faire saillie hors du spermoderme, elle se montre sous la forme d'une calotte sphérique un peu surbaissée, terminant le cylindre qui constitue le reste de la radicule et la tigelle. A partir de ce moment juqu'à celui où les feuilles séminales sont étalées, l'entre-nœud hypocotylé prend un allongement très considérable, mais sans accuser la moindre différence de diamètre entre ses divers points. En même temps, la partie radicale de la jeune plante subit les modifications suivantes. Tout d'abord elle s'accroît en diamètre sans presque s'allonger, de manière à former dans son ensemble, à la base de la plantule, un renflement à peu près sphérique ou même aplati. Bientôt après, la surface inférieure de cette petite masse se relève dans sa partie médiane en un mamelon conique; celui-ci se développe rapidement en un cylindre fort allongé, finalement un peu élargi au voisinage de son extrémité inférieure, et toujours surmonté du renflement dont je viens de parler, lequel paraît dépourvu de toute importance physiologique. Le pivot ainsi constitué n'émet qu'assez arement des racines secondaires, toujours fort peu nombreuses; mais l'entre-nœud hypocotylé de la tige qui, à l'état normal, est enterré en majeure partie, se comporte comme un rhizome émettant des racines à un niveau de plus en plus élevé. Cet ensemble de racines étant déjà bien con-

stitué, la portion supérieure de l'entre-nœud hypocotylé, à partir du point même d'insertion des cotylédons, commence à se renfler en tubercule.

» Le début de la formation de ce dernier varie, selon la vigueur des individus, depuis le moment où la première feuille se déploie (cas habituel) jusqu'à celui où la troisième apparaît à l'extérieur. D'abord piriforme (le renflement en haut), le jeune tubercule devient ensuite plus ou moins régulièrement sphérique, puis enfin revêt sa forme définitive qui, dans les espèces considérées ici, est celle d'un disque épais et concave supérieurement. En même temps qu'il se développe, il se charge peu à peu de racines dont les premières se sont montrées dans sa partie inférieure; ces racines sont bientôt seules chargées de le nourrir, car, peu de temps après sa formation, a commencé à s'opérer une destruction (marchant progressivement de bas en haut) de toutes les parties de la plante placées au-dessous de lui et dont le rôle physiologique se borne par conséquent à alimenter ses premiers développements.

» 2° Le diamètre de l'entre-nœud hypocotylé peut être évalué en moyenne à un tiers de millimètre, et celui de la majeure partie du pivot est un peu moindre. Ces deux portions de l'axe ont tous leurs éléments anatomiques pourvus de parois d'une extrême minceur; elles présentent également entre elles une analogie de structure assez grande pour que je puisse les décrire simultanément. Sur l'une et sur l'autre, le tégument est formé par une assise unique qui, sur le pivot, est bien le véritable épiderme, tout comme sur l'entre-nœud hypocotylé, où il ne présente pas de stomates. Sur le premier, il ne se distingue que par les dimensions plus faibles de ses éléments et par la présence de poils radicaux assez variables individuellement, renflés à la base et au sommet, et à développement nettement basifuge. Cet épiderme est légèrement différencié, car ses cellules, à contour variant selon l'allongement de la partie sous-jacente, depuis l'hexagone presque carré jusqu'au rectangle très allongé, n'épaississent pas même leur paroi externe et s'engrènent avec celles de l'assise voisine de l'écorce primaire. Même chez des sujets très jeunes, je l'ai toujours suivi sur l'extrémité du pivot sans apercevoir en ce point la moindre trace d'une pilorhize; l'absence de celle-ci me semble donc positive.

» L'écorce primaire forme la majeure partie de l'axe et constitue à elle seule, grâce à son épaisseur plus grande en ce point, le renflement qui termine supérieurement le pivot; elle ne se distingue guère dans l'entre-nœud hypocotylé que par la faculté de développer de la chlorophylle. Son assise la plus interne forme un endoderme caractérisé parce que des ondulations horizontales nombreuses rendent sinueuses les parois radiales de ses élé-

ments. Reste un étroit cylindre central qui, du pivot, se continue sans changement dans toute l'étendue de l'entre-nœud hypocotylé. Il comprend d'abord deux vaisseaux annelés, d'un diamètre égal en moyenne à $0^{mm},004$, exactement appliqués l'un contre l'autre, sauf au voisinage de la terminaison inférieure du pivot, où généralement ils laissent entre eux une moelle formée de quelques cellules allongées; chacun d'eux représente un faisceau vasculaire de racines réduit à un seul élément. En croix avec eux se trouvent deux faisceaux libériens composés d'un très petit nombre de cellules cambiformes. Enfin, d'autres éléments semblables forment une assise cellulaire qui passe entre les vaisseaux et l'endoderme, et qui doit être regardée comme une membrane rhizogène, car je l'ai vue, précisément en ces points, servir de point de départ aux racines secondaires. Par suite, ces dernières, dont l'organisation est d'ailleurs semblable à celle du pivot, sont partout disposées selon deux lignes opposées, à l'exception toutefois d'un petit nombre qui, sur l'entre-nœud hypocotylé, naissent au milieu de leur intervalle. Les faisceaux que je viens de décrire sont rejoints supérieurement par ceux des cotylédons, consistant, pour chacun de ceux-ci, en deux vaisseaux annelés accolés, sous lesquels courent quelques éléments cambiformes.

» Telle est cette organisation, dans laquelle j'attribue la structure en majeure partie radicale de l'entre-nœud hypocotylé à sa situation enterrée, et la simplicité de structure anatomique de tout l'ensemble à la station des Bégonias examinés ici, dans le terrain humide, dont on sait que les effets sont très analogues à ceux de la station aquatique elle-même. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de la fermentation panaire.* Note de M. **L. Boutroux**, présentée par M. Pasteur.

« La fermentation panaire a été récemment l'objet d'intéressantes Communications. M. Chicandard [1] a établi que ce n'est pas une fermentation alcoolique; il nie même la présence de tout ferment alcoolique dans le levain. Cette manière de voir a été confirmée par une Note de M. Marcano, relative à la panification au Venezuela [2]. Cependant M. Moussette [3], travaillant sous la direction de M. Barral, a tiré 1,60 d'alcool pour 100,

---

(1) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1585.

(2) Séance du 11 juin dernier.

(3) Séance du 25 juin dernier.

en volume, du liquide obtenu par la condensation des vapeurs qui s'échappaient d'un four pendant la cuisson du pain.

» Les expériences suivantes, faites avant la publication de la Note de M. Chicandard, paraîtront peut-être apporter quelques utiles renseignements sur la question.

» Au mois de septembre 1882, j'ai fait l'analyse d'un levain employé à faire le pain, au point de vue des organismes microscopiques qu'il contenait. Ce levain était celui d'une ferme de Sologne, située à 12^{km} de Romorantin, éloignée de toute brasserie; il y est conservé par cultures successives dans la pâte de pain de seigle, sans être jamais renouvelé. On fait le pain une fois par semaine et chaque fois on réserve une portion de la pâte qui servira de levain pour la semaine suivante.

» Je prélève une petite portion d'une masse de levain pétrie depuis sept jours, je la délaye dans l'eau et je l'examine au microscope; je trouve de grosses cellules d'amidon, de fins filaments droits ou coudés, appartenant au genre *Bacillus*, et de petites cellules à contenu granuleux, qui peuvent appartenir au genre *Saccharomyces*. Une autre petite portion, prélevée, avec un tube flambé, au milieu de la masse du levain, est semée dans un tube contenant du moût de raisin stérilisé. Au bout de deux jours la fermentation se déclare dans le moût de raisin. L'examen microscopique y fait voir de très petites cellules rondes qui paraissent appartenir à l'espèce que M. Engel a nommée *Saccharomyces minor*. En faisant plusieurs cultures successives dans le moût de raisin, je ne tarde pas à reconnaître que toute trace de *Bacillus* a disparu, mais aussi que plusieurs espèces de Saccharomyces se développent simultanément. Un voile épais garnit la surface: l'examen microscopique montre qu'il est formé de *Mycoderma vini*. Le dépôt du fond montre des cellules de deux grosseurs très différentes. Une culture dans de l'eau de levure sucrée d'acidité 7 (c'est-à-dire additionnée d'acide tartrique en quantité telle que 1^{vol} de liqueur est saturé par 7^{vol} d'eau de chaux) fait immédiatement disparaître le mycoderme, mais il reste encore deux espèces distinctes.

» La levure mélangée est portée à la température de 55° pendant une minute; après ce traitement les plus petites cellules sont mortes, les grosses subsistent : c'est une levure pure rappelant la levure de bière, capable comme celle-ci de provoquer des fermentations vives et complètes dans les moûts sucrés. Je la désignerai par A.

» Il s'agit maintenant d'isoler la seconde espèce. Je sème la levure mélangée dans des tubes de moût d'acidité 8, 10 et 12. Dans chacun de ces

tubes il se développe un organisme formant voile à la surface à la façon du *Mycoderma vini*, mais constitué par des cellules d'une forme différente : elles sont tout à fait rondes, plus petites que les cellules de levure ordinaire ; d'après leur aspect elles peuvent appartenir à l'espèce *S. minor*. Plusieurs cultures dans les moûts d'acidité 10 et 12 ont permis d'isoler cette seconde espèce à l'état pur ; mais j'ai reconnu que ce n'était pas une levure : elle ne faisait pas fermenter le moût de bière.

» Je n'ai pas renoncé après cette expérience à mettre en évidence le *S. minor*. J'ai eu recours à une autre culture dont la semence primitive, empruntée au même levain, avait été cultivée deux fois dans du moût de raisin et une fois dans un moût d'acidité 7. Les dernières cultures ne présentaient plus du tout de voile, mais les cultures nouvelles donnaient naissance à des cellules de deux sortes. J'ai soumis cette levure mélangée au double traitement précédent. Par la chaleur j'isolais la levure A. Par des cultures plusieurs fois répétées dans des moûts d'acidité 4 et 5, j'ai isolé au contraire les petites cellules rondes. Celles-ci faisaient parfaitement fermenter le sucre ; elles appartenaient bien au *S. minor*.

» L'analyse précédente a donc fourni, outre les bactéries, qui n'ont pas été examinées, quatre organismes différents : le *Mycoderma vini*, deux véritables levures et un organisme semblable au *Saccharomyces* par sa forme, mais dépourvu de tout pouvoir comme ferment.

» Ces faits me paraissent confirmer la théorie de M. Chicandard pour le point le plus important, mais s'accordent avec ceux qu'a cités M. Moussette, pour permettre d'accuser cette théorie d'être trop exclusive. Il faut bien que la fermentation panaire *principale* ne soit pas la fermentation alcoolique pour que dans du levain de huit jours en pleine fermentation, propre à faire lever de la pâte nouvelle en quelques instants, l'examen microscopique n'ait révélé que de rares cellules dont l'identification avec de la levure était douteuse ; c'est en effet ce que j'ai observé : sans les cultures il m'aurait été impossible d'affirmer avec certitude la présence du *Saccharomyces* dans ce levain ; et pourtant la levure A est en grosses cellules rondes bourgeonnantes bien visibles ; le *S. minor*, plus petit, est également facile à apercevoir lorsqu'il est en pleine végétation : il forme des chapelets ou des paquets de cellules rondes qu'il est impossible de confondre avec des grains d'amidon.

» Si l'abondant dégagement de gaz, qui avait considérablement multiplié le volume du levain examiné, avait été produit par les *Saccharomyces*, ceux-ci auraient dû présenter une végétation luxuriante. Les *Bacillus*, au

contraire, étaient bien visibles : il n'était pas besoin de les faire multiplier par la culture pour les mettre en évidence.

» Cependant refuser tout rôle, même accessoire, à la levûre, me paraît difficile quand on voit un levain de ferme, loin de toute brasserie, conserver deux espèces de levure particulières, car les deux espèces que j'ai trouvées dans ce levain sont différentes des levures de brasserie ainsi que de celles du vin.

» Une opération si peu artificielle que la fermentation du pain peut bien être complexe, comme le sont en général les fermentations et les putréfactions naturelles. A côté de la fermentation qu'on pourrait appeler *peptonique*, et que je n'hésite pas à regarder comme la plus importante, il y a place pour une fermentation alcoolique. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Les microbes de la lymphe des Poissons marins.* Note de MM. **L. Olivier** et **Ch. Richet.**

« Nous avons établi [1] que dans la lymphe des Poissons il existe des microbes. Or on admet généralement que chez les animaux il n'y a pas, à l'état normal, de microbes dans l'intimité des tissus. Il s'ensuit une contradiction apparente entre cette opinion et les faits observés par nous sur les Poissons. Ces faits nous ont donc paru réclamer des preuves rigoureuses. Ce sont ces preuves qu'après une étude de plusieurs mois nous cherchons à apporter ici.

» Aujourd'hui nous nous bornerons à démontrer l'existence des parasites.

» I. L'examen direct donne une constatation facile et immédiate. Que l'on prenne, par exemple, un liquide lymphatique de Congre ou de Limande, et presque toujours on y verra de petits *Bacillus* courts, mobiles, à contours très nets, se colorant par les violets d'aniline, l'éosine et le picrocarminate d'ammoniaque, ayant en un mot tous les caractères extérieurs que, dans l'état actuel de la Science, on assigne à ces microbes. Il n'est possible de les confondre avec aucun cristal ni aucune autre forme organisée.

» *Observation* d'une Limande *vivante*, pêchée la veille (24 avril) à 6^{km} de la côte. Son sang contient de petits *Bacillus* courts. Dans sa lymphe cérébro-rachidienne, prise avec précaution, on voit, environnés d'innombrables sphérules hyalines d'une extrême petitesse, des *Bacillus*, les uns simples, d'autres articulés. Plusieurs portent des spores, tantôt à une

---

[1] *Comptes rendus*, 5 février 1883.

seule extrémité, tantôt aux deux. On voit, ce qui est assez rare, quelques *Bacillus* assez mobiles pour parcourir rapidement le champ du microscope.

» *Expérience* 1. — On injecte dans le péritoine d'un Congre 30^{cc} d'une solution de violet d'aniline. Deux heures après, le liquide péritonéal, tout à fait violet, contient une multitude de *Bacillus* fortement colorés. Quelques-uns d'entre eux ont des spores à leurs deux extrémités, plus colorées que le centre.

» Le liquide est conservé dans des tubes à l'abri des germes extérieurs, et, au bout d'un mois, on retrouve encore les mêmes *Bacillus* très colorés, dont on peut faire de belles préparations.

II. C'est surtout dans les liquides lymphatiques que l'on trouve ces microbes. Il y en a moins dans le liquide péricardique que dans le péritoine; il y en a moins encore, quoiqu'il y en ait souvent en assez grand nombre, dans la lymphe rachidienne et dans celle de la queue (1). Dans le sang du cœur, il y a aussi des *Bacillus*, mais presque toujours en fort petit nombre; quelquefois même on ne peut en découvrir.

» Comme dans tous les cas de parasitisme, il y a une très grande diversité dans la fréquence du parasite selon les individus et les espèces infestées. C'est chez les Carlets, les Congres, les Rougets, que nous avons le mieux observé les *Bacillus*.

» Outre les *Bacillus*, il y a toujours dans la lymphe et le sang de petites sphères hyalines, réfringentes. Parmi elles sont probablement des spores et des *Micrococcus*. Mais, dans ce cas, le simple examen microscopique est trop incertain pour autoriser une conclusion; aussi n'avons-nous tenu compte que de *Bacillus* à forme incontestable pour affirmer l'existence des microbes.

» III. Nous avons en outre constaté qu'il y a dans les liquides lymphatiques un ferment diastasique. L'un de nous (2) avait déjà trouvé cette diastase dans la sérosité péritonéale. Or nous avons constaté que la lymphe cérébrale et la lymphe péricardique se comportent aussi à l'égard de l'amidon comme la lymphe péritonéale. Un mélange d'empois d'amidon et de ces liquides, avec ou sans addition d'éther ou de cyanure de potassium (substances qui tuent les ferments vivants sans altérer les ferments solubles), devient en quelques heures riche en sucre. Toutefois cette propriété n'est

---

(1) Rappelons que le péritoine des Poissons est ouvert par le pore péritonéal ou le cloaque, et communique avec l'extérieur. En outre, le système lymphatique communique plus ou moins largement avec la cavité péritonéale.

(2) Ch. Richet, *Quelques faits relatifs à la digestion des Poissons* (*Arch. de Physiologie*; 1882, p. 555).

pas constante, et, dans certains cas, les liquides lymphatiques n'agissent pas sur l'amidon.

» On ne peut guère supposer là une propriété inhérente à la lymphe. Il semble que ce soit une propriété *accidentelle*, la diastase étant sécrétée par des microbes. L'examen microscopique reçoit donc de ces faits une confirmation qui a une valeur particulière, puisque deux méthodes différentes aboutissent au même résultat.

» IV. *Cultures autogènes.* — Parmi les nombreuses expériences que nous avons faites, notons-en seulement quelques-unes : elles sont, croyons-nous, non irréprochables, mais plus exactes que les expériences faites antérieurement sur le même sujet.

» *Expérience* 2. — Le 19 juin, on écorche avec des ciseaux rougis la queue d'un gros Squale venant de la mer. On la trempe pendant soixante-dix secondes dans un bain de paraffine à 218°, puis on l'expose quelques instants à la flamme d'une lampe de manière à brûler la périphérie. Le fragment ainsi stérilisé quant à sa surface est plongé rapidement dans un flacon rempli de paraffine liquide. Flacon et paraffine ont été stérilisés au préalable par une température de 160° prolongée pendant deux heures et demie, et l'air n'a pu y rentrer pendant le refroidissement qu'à travers un tampon d'ouate. Le flacon n'est resté librement à l'air que pendant le temps strictement nécessaire pour introduire le poisson.

» Le 29 juin, la chair musculaire n'a aucune odeur. Elle présente l'aspect et l'odeur du poisson frais. Elle contient des *Bacillus* extrêmement nombreux, peu mobiles.

» *Expérience* 3, faite sur un Congre. — L'occlusion est réalisée dans les mêmes conditions que ci-dessus. Mais la stérilisation du fragment de queue est effectuée par l'immersion dans l'acide sulfurique pendant une demi-minute. Presque toute la peau est détruite; puis le fragment est plongé dans l'ammoniaque caustique, enfin dans la paraffine stérilisée. Dix jours après les chairs sont intactes, sans odeur, extrêmement acides à la périphérie qui ne contient pas de *Bacillus*, tandis qu'au centre il y a, surtout autour du canal vertébral, de nombreux petits *Bacillus* courts, peu mobiles, se colorant par les violets d'aniline.

» *Expérience* 4. — On chauffe 25gr environ d'acide sulfurique avec 250gr de paraffine assez pour que les deux liquides se mélangent; avant solidification on introduit dans cette masse un fragment de Congre dont la surface a été stérilisée à la flamme. Quelques jours après on trouve au centre du muscle des *Bacillus* peu mobiles, pas très nombreux, mais de forme très nette. Aucune odeur de putréfaction. La périphérie du muscle est très acide.

» *Expérience* 5. — Un fragment d'un gros Congre est placé dans la lessive de potasse de manière que *tout* le flacon soit rempli de liquide. On fait écouler ce liquide et l'air ne rentre qu'à travers un tampon d'ouate stérilisée. Au bout de six jours on trouve dans le centre du fragment musculaire des *Bacillus* mobiles, nets, qui sont surtout abondants dans le canal cérébro-rachidien. Il n'y en a pas à la périphérie.

» Il ne semble donc pas que ce soient des germes tombés de l'air qui aient ensemencé ces cultures autogènes. D'ailleurs, sur près de quatre-vingts expériences, nous n'avons presque jamais vu de putréfaction (dans

deux cas seulement); et enfin, quoique les *Bacillus* fourmillent dans ces chairs, on ne peut ensemencer avec elles, comme avec les chairs putréfiées, les liquides de culture.

» En résumé, nous croyons pouvoir conclure qu'il y a toujours ou presque toujours des microbes dans les liquides lymphatiques des Poissons, et par conséquent dans l'intimité de leurs tissus ([1]). »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Méthode pour apprécier la valeur des vins du Midi.* Note de M. A. **Audoynaud**. (Extrait.)

« ... J'ai pensé à utiliser, pour reconnaître les vins de fabrication suspecte, la propriété que possède la baryte de dédoubler les matières colorantes du vin. Voici la méthode que je propose.

On mélange 5^{cc} de vin avec 10^{cc} d'une solution de baryte saturée à froid; on obtient un précipité qui, lavé immédiatement à l'eau bouillante, donne un liquide très altérable à l'air, très oxydable et d'une teinte jaune plus ou moins prononcée. Après avoir enlevé par un courant d'acide carbonique l'excès de baryte de ce liquide et l'avoir amené par addition d'eau à un volume constant (100^{cc}), on peut y apprécier la proportion de matière jaune en l'oxydant par une solution titrée de permanganate de potasse. Les nombres ainsi obtenus, comparés au titre alcoolique du vin, permettent de porter un jugement sur sa valeur.

» Voici, par exemple, quelques-uns des résultats fournis par une solution au $\frac{1}{1000}$ de permanganate.

Titre alcoolique.	Centimètres cubes de permanganate.	Observations.
10,6	4,6	Vin très coloré de Jacquez.
9,1	2,5	Bon vin des Sables.
8,1	1,6	Bon vin, peu coloré, d'Aramons.
8,8	3,3	Très bon vin de Cruzy (Aude).
6,2	0,6	Vin de raisins secs.
»	2,6	Forte solution aqueuse de Mauves.
7,1	1,0	Vins vendus au détail à $0^{fr},30$ le litre; raisins secs additionnés de matières colorantes.
7,1	0,8	
9,1	1,2	

([1]) Ces recherches ont été faites au Havre, à la station maritime de Physiologie dirigée par M. Paul Bert, et à Paris dans les laboratoires de M. Vulpian et de M. Van Tieghem.

» Au prix actuel des bons vins du Midi, on ne peut les utiliser au coupage des vins de raisins secs pour en faire des vins à bon marché ayant l'intensité de couleur des bons vins rouges ordinaires. D'une autre part, les matières colorantes végétales ne peuvent entrer en forte proportion dans ces mélanges, sans qu'elles se révèlent par leur goût acerbe et leurs propriétés détersives. Dans la limite où on peut les employer, elles ne peuvent porter au-dessus de 1,2 à 1,3 le titre de la matière jaune estimé comme ci-dessus en permanganate.

» Je suis donc porté à penser que les essais que je viens d'indiquer, qui sont d'une application facile et s'exécutent dans un temps relativement court, peuvent donner des indications utiles; s'ils ne permettent pas d'affirmer qu'un vin qui titre de 1,5 à 5 en permanganate n'est pas falsifié, au moins ils autorisent à regarder comme suspects ceux qui sont plus ou moins au-dessous de cette limite.

» Je ne dis rien de la matière colorante rouge qui reste sur le filtre dans l'opération précédente; j'aurai peut-être l'occasion d'y revenir prochainement. »

M. **A. Certes** adresse quelques observations relatives à la Note présentée, dans la dernière séance, par M. *Eug. Marchand* : « Sur l'examen des corpuscules tenus en suspension dans l'eau ».

« Le procédé décrit par M. Marchand se rapproche tellement de celui que M. Certes a indiqué lui-même, dans une Note sur l'*Analyse micrographique des eaux*, déposée au dernier Congrès de l'Association française à la Rochelle, qu'il croît devoir appeler sur ce point l'attention de l'Académie. Il n'élève d'ailleurs, quant à lui, aucune revendication de priorité à ce sujet, la priorité lui paraissant revenir, pour le principe à M. Tyndall, et pour l'instrument à M. Nachet.

» Voici, en particulier, ce que disait M. Certes, dans une Note insérée à la page 10 de sa brochure [1] :

« Pour la recherche et l'examen des microbes proprement dits, le grossissement employé ne doit pas descendre au-dessous de 250 à 300 diamètres. *Pour un examen sommaire et préliminaire*, on se sert avec avantage du cône à *lumière noire* de Nachet, qui, *à de faibles grossissements*, fait apparaître les bâtonnets bactéridiens sous forme de *particules brillantes*

---

[1] L'épreuve de cette brochure est déposée depuis le mois de mai au Secrétariat de l'Académie.

et mouvantes. Le phénomène qui se produit, dans ces conditions d'éclairage, me paraît pouvoir être rapproché des expériences de Tyndall sur l'invisibilité du rayon lumineux dans le vide parfait. »

M. **Boutigny** adresse, d'Evreux, une Note destinée à établir que la surchauffe de l'eau, signalée par M. le commandant *Trèves* comme une cause fréquente de l'explosion des chaudières à vapeur, a été indiquée par un grand nombre d'auteurs et par lui-même. Il signale, en outre, quelques circonstances particulières, assez peu connues jusqu'ici, dans lesquelles la surchauffe peut se produire.

M. **Maurice Gillet** adresse un Mémoire portant pour titre : « Perfectionnements apportés aux transmissions par télégraphie optique ».

Ce Mémoire a déjà été adressé par l'auteur à M. le Ministre de la Guerre, au mois de janvier dernier.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. D.

ERRATA.

(Séance du 2 juillet 1883.)

Page 37, ligne 10, *au lieu de* $2p=0$ ou $p=0$, *lisez* $2g=0$ ou $g=0$.
Page 38, ligne 1, *au lieu de* fractions, *lisez* fonctions.
Page 39, ligne 11, *au lieu de* résulte, *lisez* suit.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JUILLET 1883,

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les tourbillons de poussière observés dans l'Asie centrale par le colonel* Prejévalski. Lettre de M. **Faye.**

« Le numéro du 25 juin des *Comptes rendus* contient le passage suivant :

« Les différentes formes des tourbillons de poussière, représentés sur un dessin spécial, nous rappellent les trombes océaniques : la poussière y monte de bas en haut, souvent en spirale. »

» Cette appréciation n'est qu'un détail très secondaire dans l'œuvre du célèbre voyageur, qui n'a pas dû accorder une grande importance à l'étude approfondie de ces mouvements; mais elle ne saurait figurer dans les *Comptes rendus* à titre de document scientifique, car il est facile de montrer que c'est là une illusion analogue à celle qui a persuadé à tant de spectateurs inattentifs ou peu habitués à analyser leurs impressions visuelles que l'eau de la mer est pompée jusqu'aux nues par les trombes océaniques.

» J'ai fait voir à plusieurs reprises dans les *Comptes rendus*, et particulièrement dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1877, que les trombes et tornados de poussière ou de sable de l'Asie centrale, précisé-

ment ceux dont parle le colonel Prejévalski, ceux du Mexique, des Indes orientales, des déserts de l'Afrique ont même origine, même nature mécanique que les trombes et tornados des États-Unis ou de l'Europe. Les uns et les autres sont des mouvements gyratoires descendants, à axe vertical, animés d'un mouvement de translation rapide dans une direction presque rectiligne. Leurs deux mouvements, l'un gyratoire, l'autre de translation, sont dus aux courants supérieurs où ils prennent naissance. La seule différence consiste en ce que les premiers entraînent en bas de l'air sec, qui s'échauffe et se dessèche de plus en plus en descendant dans les couches basses fortement comprimées de l'atmosphère, tandis que nos trombes, nos tornados, entraînent avec eux des cirrhus, des particules aqueuses à basse température, et traversent en descendant des couches d'air beaucoup plus humides que celles du Gobi ou du Sahara. Nos trombes, nos tornados, charriant un air froid, s'entourent d'une gaine de brouillard qui en dessine les contours, tandis que les trombes sèches sont transparentes et resteraient totalement invisibles si elles opéraient en bas sur un sol dur ou sur des roches. Mais comme l'ensemble des circonstances qui les font naître se produit au-dessus des déserts arides de l'Asie centrale, de l'Afrique, etc., l'action mécanique de ces trombes sur le sol mouvant de ces déserts soulève tout autour d'elles des nuages de poussière ou de sable. La vitesse avec laquelle ces sables ou ces poussières sont ainsi projetés et chassés au loin est bien supérieure à la vitesse de translation de la trombe; il en résulte que, même en avant d'elle, l'atmosphère sera encombrée de ces nuages de poussière, assez épais parfois pour obscurcir le Soleil. La trombe, rencontrant sur son chemin ces poussières, s'en empare et les fait tourbillonner dans ses spires descendantes; de transparente qu'elle était à l'origine, elle deviendra plus ou moins opaque et par conséquent visible. Et comme, en avant de la trombe, ces nuages de poussière vont en s'élevant peu à peu, le spectateur verra apparaître des parties de plus en plus hautes de la trombe et s'imaginera que celle-ci monte vers le ciel en pompant sur le sol le sable ou la poussière du désert.

» Cette illusion du désert est tout aussi forte que celle qui fait croire aux marins que les trombes océaniques pompent l'eau de la mer jusqu'aux nues. Elle est si forte, en effet, que, sauf deux observateurs, tous s'y sont laissé prendre. A la vérité, ces deux-là sont Buffon et Spallanzani [1].

---

[1] On trouvera le Mémoire entier de Spallanzani sur les trombes de l'Adriatique dans le livre intitulé : *Legge delle tempeste secondo la teoria di Faye*, par M. Diamilla-Müller (Milan, Rome et Turin).

» Si l'on examine les dessins des *ramolinos di polvere* des terres chaudes du Mexique (M. Virlet d'Aoust) ou des tourbillons de poussière du colonel Prejévalski, etc., on remarque que la partie de la trombe ainsi rendue visible ne s'étend pas aussi haut, à beaucoup près, que dans les tornados ordinaires à air froid et à gaine de brouillard. L'entonnoir supérieur n'apparaît pas. Cela tient à ce que les nuages de poussière chassés en bas, au contact du sol, par une trombe sèche, ne sont pas encore très élevés lorsque la trombe les rencontre. L'embouchure supérieure reste donc transparente et par suite invisible, tout comme les courants supérieurs où la trombe se forme. Le phénomène se réduira souvent, pour les yeux, à une mince colonne jaunâtre, à contours mal arrêtés et se terminant en haut d'une manière indécise. De plus, on n'assiste pas, comme pour les tornados, à leur formation; on ne les voit pas descendre peu à peu du ciel et venir toucher terre. Elles ne deviennent visibles que lorsque le sol a déjà été touché, lorsque le sable ou la terre pulvérulente a été attaqué par les gyrations les plus basses et chassé en tous sens dans les airs. Mais qu'importent ces différences au point de vue mécanique? Que ces tornados amènent en bas de l'air sec et chaud, ou bien de l'air refroidi par les aiguilles de glace des hauts courants, qu'ils soient rendus visibles par de la poussière ou par de la vapeur d'eau condensée, ce sont toujours des tourbillons descendants à axe vertical, dans le canal desquels jamais un grain de poussière ou un atome d'eau n'a été pompé vers les nues. »

MÉCANIQUE TERRESTRE. — *Résistance vive ou dynamique des solides. Représentation graphique des lois du choc longitudinal, subi à une de ses extrémités par une tige ou barre prismatique assujettie à l'extrémité opposée.* Note de MM. **de Saint-Venant** et **Flamant**.

« 1. *Solutions anciennes et solution nouvelle de la question.* — Le problème des déplacements des points ou des sections transversales d'une barre ainsi fixée et sollicitée est facile à résoudre élémentairement si l'on néglige l'inertie de ses parties ou les retards qu'elle apporte de proche en proche à la propagation du mouvement imprimé à l'extrémité heurtée. On peut en effet, alors, supposer qu'à chaque instant de l'acte du choc la barre se trouve dilatée ou contractée uniformément d'un bout à l'autre; et si l'on appelle :

a sa longueur; σ sa section transversale;
ρ la densité de sa matière et E le coefficient ou module connu de la réaction élastique qu'elle oppose à son extension ou contraction longitudinale;
$P = \rho g a \sigma$ son poids;

Q celui du corps qui l'a heurtée avec une vitesse V;
u_m le déplacement maximum de l'extrémité heurtée ou le petit changement total de longueur produit par le choc.

» Comme ce changement, commençant par zéro, a été moyennement $\frac{1}{2}u_m$, d'où une réaction élastique moyenne $\frac{1}{2}E\sigma\frac{u_m}{a}$ produisant un travail résistant total $\frac{1}{2}E\sigma\frac{u_m}{a}u_m$, l'on obtient, en égalant ce travail à la demi-force vive d'impulsion $\frac{Q}{g}\frac{V^2}{2}$ finalement annulée :

$$(1)\qquad \frac{u_m}{a} = \frac{V}{a}\sqrt{\frac{Qa}{gE\sigma}} \quad \text{ou} \quad \frac{u_m}{a} = \frac{V}{\omega}\sqrt{\frac{Q}{P}} \quad \text{si} \quad \omega = \sqrt{\frac{E}{\rho}}.$$

» Mais ce quotient, par la longueur de la barre, du plus grand changement que cette longueur a éprouvé, ne donne qu'une évaluation trop faible ou dangereusement trompeuse de la plus grande contraction ou dilatation de ses diverses parties pendant le choc; car c'est seulement dans l'état de repos que cette déformation est la même d'un bout à l'autre.

» Aussi Navier, en 1823, pour évaluer les dilatations et résistances des tiges de support des ponts suspendus, a mis en compte analytiquement leur inertie ou les inégalités nécessaires des déformations de leurs divers éléments; en sorte que l'initiateur, en 1821, de la Mécanique dite *moléculaire*, ou des formules d'abord *statiques* de la théorie de l'élasticité des solides, s'est trouvé être, presque aussitôt, l'auteur de la première solution exacte qui ait été présentée d'un problème de résistance *vive* ou *dynamique*.

» Mais sa solution est en série trigonométrique. Elle ne révèle point un effet de *début*, ou de premier instant, où Th. Young, en 1807, a entrevu quelque chose d'exceptionnel, et elle ne peut fournir de résultats pratiques, pour les autres instants, qu'après d'interminables calculs ne faisant point ressortir leurs lois, qui sont affectées, comme on va voir, de discontinuités. Aussi Navier n'en offre-t-il d'autre application que celle qui, par des suppressions, fait retomber dans l'expression (1) ci-dessus.

» L'un de nous a présenté en 1868 (*Comptes rendus*, 30 mars, p. 650) une solution d'un autre genre, par termes finis, en traitant la question comme un cas extrême du choc mutuel de deux barres, savoir le cas où l'une des deux, envisagée comme corps *heurtant*, est assez courte et assez raide pour que le nombre des réflexions de l'ébranlement à ses extrémités puisse y être regardé comme infini; en sorte que leur effet total se réduit à un terme, de forme exponentielle.

» Récemment, en 1882 (*Comptes rendus*, 14 août, p. 338), MM. Sébert

et Hugoniot ont donné la raison la plus générale et la plus directe de l'apparition nécessaire de ces sortes de termes, en les faisant naître de l'intégration de l'équation linéaire du premier ordre qui exprime la condition de jonction, tant que dure l'acte du choc, de la barre avec le corps qui l'a heurtée. Ils en ont déduit ou indiqué plusieurs conséquences; et (comme avait fait Poncelet en reproduisant la solution de Navier) ils ont gardé un terme propre à tenir compte de l'effet continu d'une force ajoutée, telle que le poids même du corps heurtant.

» Enfin M. Boussinesq (qui, dès avril de la même année, avait trouvé aussi un terme exponentiel en traitant le cas d'une barre de longueur infinie), ayant appris par un simple ouï-dire que ces deux savants officiers de l'Artillerie de Marine avaient fait faire quelques pas nouveaux à la question, nous en a adressé, au bout de peu de jours, d'un bourg du Vivarais où il se trouvait en septembre, une solution tellement complète, que nous l'avons aussitôt introduite, comme Note, dans notre traduction de la *Théorie de l'élasticité des solides*, de feu Clebsch, qui vient d'être mise en publication.

» D'après cette Note (du § 60 de Clebsch), le choc longitudinal s'accomplit suivant des lois ayant des expressions analytiques différentes, qui se succèdent l'une l'autre à des intervalles déterminés. Par exemple, les dérivées des déplacements des divers points de la barre varient, d'un instant à l'autre, tantôt avec gradation continue, tantôt par *bonds* considérables donnant aux mouvements une empreinte périodique de l'acquisition brusque de vitesse qui a été faite au premier instant du choc par l'élément heurté.

» Il nous a donc paru utile de présenter ici aux regards, par une suite d'épures ou de diagrammes, une peinture de ces singulières et remarquables lois, afin de les éclairer et d'en faire bien comprendre la nature et les intéressantes conséquences.

» 2. *Equation différentielle et conditions définies du problème. Sa solution et valeurs successives de la fonction arbitraire qui y entre.*

» Exposons d'abord, en les vérifiant à mesure, les résultats analytiques de la solution nouvelle et complète dont nous venons de nommer l'auteur.

» Soient, outre les notations ci-dessus,

$$a, \sigma, \rho, \mathrm{E}, \mathrm{P} = \rho g a \sigma, \mathrm{Q}, \mathrm{V}, \quad \text{enfin} \quad \omega = \sqrt{\frac{\mathrm{E}}{\rho}},$$

donnant, comme on sait, l'expression qu'on obtient pour la *célérité* (ou vitesse apparente) de propagation des ébranlements et du son le long de la barre lorsqu'on met en compte l'effet de l'inertie pour retarder leur transmission :

(1 a)
- $\frac{\varepsilon}{\omega}$ le temps imperceptible de l'acquisition de la vitesse V par le premier élément ou la tranche extrêmement mince qui reçoit le choc;
- u le déplacement subi, au temps t, par la section σ d'abscisse x, l'origine des x étant la situation primitive de l'extrémité heurtée;
- $u_0 = (u)_{x=0}$ sa valeur à l'endroit heurté; valeur toujours prise positive tant que dure le choc ou la jonction du corps heurtant avec la barre, vu que, pour fixer les idées, nous supposons V positif ou le choc agissant pour comprimer la barre, sauf à changer quelques signes quand on se trouve dans le cas contraire;
- u_{0m} le maximum ou la plus grande valeur qu'atteint u_0;
- $\partial = \frac{du}{dx}$ la proportion de la dilatation au point d'abscisse x;
- $\partial_0 = \left(\frac{du}{dx}\right)_{x=0}$, ou ce qu'elle est au point heurté;

(1 a′)
- f une fonction arbitraire;
- ζ la variable quelconque de cette fonction (variable qui n'est pas toujours égale à ωt);
- $f\left(\zeta = {2na+2 \atop 2na}\right)$ la valeur qu'elle a de $\zeta = 2na$ à $\zeta = 2na + 2$;
- $\mathrm{d} = \frac{\omega}{V}(-\partial)$;
- $r = \frac{P}{Q}$; $\eta = \frac{\zeta}{a}$ et quelquefois $\frac{\omega t}{a}$; $\mathrm{f}(\eta) = \frac{\omega}{V}\frac{f(a\eta)}{a}$; $\mathrm{f}'(\eta) = \frac{\omega}{V}f'(a\eta)$.
- t_1 la valeur de t pour l'instant de la fin du choc.

» L'équation différentielle à résoudre et les conditions à remplir pour obtenir u en x et t sont :

(2) $$\frac{d^2u}{dt^2} = \omega^2 \frac{d^2u}{dx^2} \text{ partout et toujours; } \quad (u)_{x=a} = 0 \text{ toujours aussi;}$$

(3) $$(u)_{t=0} = 0, \quad \left(\frac{du}{dt}\right)_{t=0} = 0, \quad \left(\frac{du}{dt}\right)_{x=0,\ t=\frac{\varepsilon}{\omega}} = V;$$

(4) $$\left(-\frac{Q}{g}\frac{d^2u}{dt^2} + E\sigma\frac{du}{dx}\right)_{x=0} = 0, \quad \text{ou} \quad \left(\frac{d^2u}{dt^2} - \frac{P\omega^2}{Qa}\frac{da}{dx}\right)_{x=0} = 0;$$
exprimant le constant équilibre dynamique entre l'inertie du corps heurtant Q et la réaction élastique de la barre *tant que dure leur jonction ou le choc;*

(5) $\left(\frac{du}{dx}\right)_{x=0} = 0$ ou $\partial_0 = 0$ ayant lieu dans la barre *dès que cette jonction cesse* ou que le choc *est terminé.*

» La solution est, pour les déplacements,

(6) $$u = f(\omega t - x) - f(\omega t + x - 2a);$$

d'où, pour les dilatations ∂ et les vitesses $\frac{du}{dt}$,

$$(7)\qquad -\partial = -\frac{du}{dx} = f'(\omega t - x) + f'(\omega t + x - 2a);$$

$$(8)\qquad \frac{du}{dt} = \omega[f'(\omega t - x) - f'(\omega t + x - 2a)];$$

la fonction f, ainsi que sa dérivée f', ayant les expressions suivantes dont chacune, à partir de (11), dépend, comme on voit, de celles qui la précèdent :

$$(9)\qquad f(\zeta = 0 \text{ ou } < 0) = 0,\quad f'(\zeta = 0 \text{ ou } < 0) = 0,\quad f'(\zeta = \varepsilon) = \frac{V}{\omega};$$

$$(10)\qquad f\left(\zeta = {}^{2a}_{0}\right) = \frac{Qa}{P}(1 - e^{-r\eta}),\quad f'\left(\zeta = {}^{2a}_{\varepsilon}\right) = \frac{V}{\omega}e^{-r\eta};$$

$$(11)\qquad \begin{cases} f\left(\zeta = {}^{4a}_{2a}\right) = f\left(\zeta = {}^{2a}_{0}\right) + \frac{Qa}{P}\frac{V}{\omega}\{-1 + [1 + 2r(\eta - 2)]\}e^{-r(\eta-2)}; \\ f'\left(\zeta = {}^{4a}_{2a+\varepsilon}\right) = f'\left(\zeta = {}^{2a}_{\varepsilon}\right) + \frac{V}{\omega}[1 - 2r(\eta - 2)]e^{-r(\eta-2)}; \end{cases}$$

$$(12)\qquad \begin{cases} f\left(\zeta = {}^{6a}_{4a}\right) = f\left(\zeta = {}^{4a}_{2a}\right) + \frac{Qa}{P}\frac{V}{\omega}\{1 - [1 + 2r^2(\eta - 4)^2]\}e^{-r(\eta-4)}; \\ f'\left(\zeta = {}^{6a}_{4a+\varepsilon}\right) = f'\left(\zeta = {}^{2a}_{2a+\varepsilon}\right) \\ \qquad + \frac{V}{\omega}[1 - 4r(\eta - 4) + 2r^2(\eta - 4)^2]e^{-r(\eta-4)}; \end{cases}$$

$$(13)\qquad \begin{cases} f\left(\zeta = {}^{8a}_{6a}\right) = f\left(\zeta = {}^{6a}_{4a}\right) \\ \qquad + \frac{Qa}{P}\frac{V}{\omega}\left\{-1 + \left[1 + 2r(\eta - 6) - 2r^2(\eta - 6)^2 + \frac{4}{3}r^3(\eta - 6)^3\right]\right\}e^{-r(\eta-6)}; \\ f'\left(\zeta = {}^{8a}_{6a+\varepsilon}\right) = f'\left(\zeta = {}^{6a}_{4a+\varepsilon}\right) \\ \qquad + \frac{V}{\omega}\left[1 - 6r(\eta - 6) + 6r^2(\eta - 6)^2 - \frac{4}{3}r^3(\eta - 6)^3\right]e^{-r(\eta-)6}. \end{cases}$$

» 3. *Vérification et justification de ces expressions.* — 1° L'expression (6) de u satisfait, *pour toutes les formes imaginables de la fonction arbitraire* f, à l'équation différentielle (2) et à la condition d'extrémité (2) $(u)_{x=a} = 0$;

» 2° En faisant $\zeta = \omega t$, les (9) substituées dans (6) et dans (8) donnent des u, $\frac{du}{dt}$ satisfaisant aux conditions initiales (3);

» 3° Chacune des expressions ultérieures, ou de (10) à (13) de $f(\zeta)$, se réduit à celle qui la précède immédiatement, lorsqu'on y donne à la variable $\zeta = a\eta$ la valeur qui leur est commune; ce qui prolonge indéfiniment la propriété qu'ont ces formules de satisfaire aux mêmes conditions initiales (3);

» 4° Chacune des expressions (10) à (13) de f' résulte de la différentiation, en ζ, du f de même numéro, dont l'étendue n'est pas moindre;

» 5° Enfin, si l'on fait successivement $\zeta = \omega t$ et $\omega t - 2a$ dans les (9) à (13) f', et si l'on substitue dans (7) particularisé, savoir dans

$$(14) \qquad -\partial_0 = -\left(\frac{du}{dx}\right)_{x=0} = f'(\omega t) + f'(\omega t - 2a),$$

l'on obtient en écrivant, pour abréger, η au lieu de $\frac{\omega t}{a}$,

$$(15) \qquad -\partial_0\left(\text{pour } \omega t = \varepsilon\right) = \frac{V}{\omega};$$

$$(16) \qquad -\partial_0\left(\text{pour } \omega t = \genfrac{}{}{0pt}{}{2a}{\varepsilon}\right) = \frac{V}{\omega} e^{-\frac{P}{Q}\frac{\omega t}{a}} = \frac{V}{\omega} e^{-r\eta};$$

$$(17) \quad -\partial_0\left(\text{pour } \omega t = \genfrac{}{}{0pt}{}{4a}{2a+\varepsilon}\right) = -\partial_0\left(\text{pour } \omega = \genfrac{}{}{0pt}{}{2a}{\varepsilon}\right) + e^{-r\gamma}\Big[2 - 2r(\eta - 2)\Big]e^{2r},$$

$$(18) \quad \left\{ \begin{aligned} -\partial_0\left(\text{pour } \omega t = \genfrac{}{}{0pt}{}{6a}{4a+\varepsilon}\right) &= -\partial_0\left(\text{pour } \omega t = \genfrac{}{}{0pt}{}{4a}{2a+\varepsilon}\right) \\ &\quad + \frac{V}{\omega} e^{-r\eta}\Big[2 - 6r(\eta - 4) + 2r^2(\eta - 4)^2\Big]e^{4r}; \end{aligned} \right.$$

$$(19) \quad \left\{ \begin{aligned} &-\partial_0\left(\text{pour } \omega t = \genfrac{}{}{0pt}{}{8a}{6a+\varepsilon}\right) = -\partial_0\left(\text{pour } \omega t = \genfrac{}{}{0pt}{}{6a}{4a+\varepsilon}\right) \\ &\quad + \frac{V}{\omega} e^{-r\eta}\Big[2 - 10r(\eta - 6) + 8r^2(\eta - 6)^2 - \frac{3}{4}r^3(\eta - 6)^3\Big]e^{6r}. \end{aligned} \right.$$

» Or ces expressions de $-\left(\frac{du}{dx}\right)_{x=0}$, multipliées par $\frac{P\omega^2}{Qa}$, puis ajoutées aux $\left(\frac{d^2u}{dt^2}\right)_{x=0}$ tirés de (8) $\frac{du}{dt}$ différentié par rapport à t, et spécialisés pour $x = 0$, *donnent zéro*. La condition (4) de jonction du corps heurtant avec la barre est donc satisfaite comme toutes les autres par les expressions précédentes, qui donnent les valeurs des déplacements u par celles de f, pour tous les instants, et les valeurs des dilatations (7) et vitesses (8) par celles des f'; sauf dans les intervalles de temps imperceptibles d'une durée $\frac{\varepsilon}{\omega}$, négligeable dans les calculs, s'écoulant entre $\omega t = 2na$ et $2na + \varepsilon$, où leur loi n'est pas connue et n'a pas besoin de l'être.

» On peut remarquer, au reste, que la première, $-\partial_0 = \frac{V}{\omega}$, offre la démonstration (pouvant être obtenue aussi plus directement) du théorème de l'*effet de début* dont nous avons parlé, entrevu par Young en 1807, à savoir que, quelque petite que soit la masse heurtante, pourvu qu'elle ébranle toute la surface de la section d'extrémité, elle produira dans la première

tranche une compression égale au quotient de la vitesse V du heurt par celle ω de la propagation du son.

» 4. *Temps de la fin du choc.* — Ces expressions (15) à (19) de $-\partial_0$ s'appliquent jusqu'à l'instant de la fin du choc ou jusqu'à ce qu'on ait

$$(5) \qquad \left(\frac{du}{dx}\right)_{x=0} = 0.$$

Les deux premières (15) et (16) prouvent que cet instant n'arrivera jamais entre $t = 0$ et $t = \frac{2a}{\omega}$.

» Quant aux autres, (17), (18), (19), il n'est pas difficile de voir, en abstrayant leur facteur $\frac{V}{\omega} e^{-r\eta}$, que leurs grandeurs vont en diminuant de la limite inférieure à la limite supérieure des valeurs de leur variable $\omega t = a\eta$. Elles s'annuleront donc dans ces intervalles si, pour les limites supérieures $4a$, $6a$, $8a$, elles sont devenues négatives.

» Or, en les égalant à zéro après y avoir ainsi donné à $\eta = \frac{\omega t}{a}$, pour valeur, ses secondes limites 4, 6, 8, on a des équations numériques en r dont on tire respectivement

$$(20) \quad \left\{ \begin{array}{l} r = \frac{P}{Q} = 0,578595, \quad 0,2409, \quad 0,136; \\ \text{d'où} \quad \frac{Q}{P} = 1,7283, \quad 4,1511, \quad 7,35, \end{array} \right.$$

$$(21) \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Donc, pour } \frac{Q}{P} < 1,7283, \text{ le choc se termine entre les temps } t = \frac{2a}{\omega} \text{ et } \frac{4a}{\omega}, \\ \text{pour } \frac{Q}{P} > 1,7283 \text{ et } < 4,1511 \ldots\ldots\ldots\ldots \frac{4a}{\omega} \text{ et } \frac{6a}{\omega}, \\ \frac{Q}{P} > 4,1511 \text{ et } < 7,35 \ldots\ldots\ldots\ldots \frac{6a}{\omega} \text{ et } \frac{8a}{\omega}. \end{array} \right.$$

PHYSIOLOGIE. — *Sur la cause de la mort des animaux d'eau douce qu'on plonge dans l'eau de mer et réciproquement.* Note de M. **Paul Bert**.

« Dans l'avant-dernière séance de l'Académie (2 juillet), notre Confrère, M. Vulpian, a présenté une Note de M. A. de Varigny « Sur l'influence exercée par les principes contenus dans l'eau de mer sur le développement des animaux d'eau douce ». Le résultat des expériences rapportées dans cette Note est que c'est au chlorure de sodium et non aux sels de po-

tassium et de magnésium qu'est due l'action funeste de l'eau de mer sur les animaux d'eau douce.

» Je crois devoir rappeler, à ce propos, à l'Académie, les conclusions de deux Communications insérées dans les *Comptes rendus* des 7 et 14 août 1871.

» J'ai prouvé :

» 1° Que, dans la mort des animaux d'eau douce plongés dans l'eau de mer, il n'y a pas, comme l'avait cru un physiologiste distingué, empoisonnement par la potasse ou la magnésie;

» 2° Qu'une quantité donnée de sodium ou de magnésium est beaucoup plus dangereuse à l'état de chlorure qu'à l'état de sulfate;

» 3° Que les sulfates, à la dose où ils existent dans l'eau de mer, n'ont aucune action appréciable;

» 4° Que si l'on suppose, comme cela est possible, tout le magnésium de l'eau de mer à l'état de chlorure, ce sel jouerait un rôle dans la mort des animaux d'eau douce (les vairons y meurent en quatre heures quarante-cinq minutes);

» Que, même dans cette hypothèse, la mort aurait lieu, surtout par le chlorure de sodium formé aux dépens du reste du chlore non uni au magnésium (les vairons y meurent en trente-trois minutes);

» 5° Que si l'on suppose tout le chlore de l'eau de mer uni au sodium, la mort arrive dans une telle solution au bout du même temps que dans l'eau de mer pure (vingt-cinq minutes).

» D'où la conclusion que c'est le chlorure de sodium qui est, dans l'eau de mer, la substance mortelle pour les animaux d'eau douce. C'est bien, on le voit, la conclusion à laquelle est arrivé, douze ans après, M. de Varigny.

» Je ne m'en suis pas tenu là. J'ai cherché et trouvé le mécanisme de la mort des animaux d'eau douce plongés dans l'eau de mer.

» Elle a lieu, chez les animaux dont le corps est recouvert d'un mucus protecteur, par une action exosmotique sur les branchies, dont l'épithélium devient opaque, et où la circulation sanguine s'arrête. Cette action, s'exerçant sur les yeux, rend opaques les couches antérieures du cristallin.

» Chez les animaux sans mucus, comme les Grenouilles, les Têtards, etc., l'exosmose a pour conséquence une dessiccation de l'animal qui périt après avoir perdu un quart à un tiers de son poids. On peut drainer et tuer une Grenouille en plongeant simplement une de ses pattes dans l'eau de mer.

» Ainsi, une Anguille adulte, bien intacte, vit très longtemps dans l'eau

de mer; mais, pour peu qu'on ait essuyé sur quelque point du corps le mucus qui la revêt, elle périt en quelques heures.

» J'ai étudié, à ce propos, l'influence de la température de l'eau (plus elle est basse, plus les animaux résistent), de la taille des animaux (plus ils sont grands, plus les animaux résistent) et la durée de la survie d'un grand nombre d'espèces (Poissons, Batraciens et Têtards, Crustacés, larves d'Insectes, Annélides, etc.) : l'Anguille, puis le Saumon et l'Epinoche se sont montrés particulièrement résistants; l'Ablette est, au contraire, le plus susceptible des Poissons.

» J'ai fréquemment rappelé ces faits et répété ces expériences dans les cours publics et les conférences de laboratoire.

» Je me suis également occupé de l'accoutumance, dont M. de Varigny dit quelques mots dans sa Note.

» En ajoutant chaque jour à l'eau douce dans laquelle vivaient des poissons, Têtards, Crustacés, etc., et aussi des Conferves, de petites quantités d'eau de mer, j'étais arrivé, à l'époque où j'ai publié mes premières Notes, à une demi-accoutumance. Je veux dire par là que ces êtres continuaient à vivre dans une eau progressivement salée où périssaient rapidement ceux de même espèce quand on les y plongeait au sortir de l'eau douce.

» Depuis, j'ai obtenu une accoutumance entière; c'est-à-dire que les animaux ainsi lentement transformés par leur séjour dans l'eau amenée à un degré de salure un peu supérieur à la moitié de celui de l'eau de mer périssaient quand on les remettait dans l'eau douce, leur milieu primitif. Ces expériences ont été faites sur de petits Crustacés, les *Daphnies puces*.

» Ces animaux m'ont présenté un phénomène très intéressant.

» Quand l'eau douce où ils vivent est arrivée en quelques jours à un degré de salure correspondant environ au tiers de celui de l'eau de mer, ils meurent tous assez rapidement; mais quelques jours plus tard on voit reparaître des Daphnies nouvelles, qui proviennent des œufs de celles qui sont mortes. Il y a ainsi acclimatation, non dans l'individu, mais dans l'espèce ([1]). Ces Daphnies diffèrent notablement par la taille de celles qui les ont précédées; mais l'examen microscopique n'a fait reconnaître aucune modification appréciable dans leur structure.

» Les Infusoires (Paramécies, Kolpodes, Vorticelles, Diatomées) de l'eau douce et les Conferves résistent parfaitement à un degré de salure qui tue les Poissons et les Crustacés. Il en est de même des Notonectes, des Ara-

---

([1]) Je crois que ce fait a déjà été observé par M. Plateau, mais je n'ai pu m'en assurer.

chnides aquatiques, et à un moindre degré des larves de Cousins et de Chironomus.

» En général, le degré de salure plus ou moins rapidement mortel pour les animaux d'eau douce correspond environ au tiers de celui de l'eau de mer. On peut assez aisément les amener à vivre dans l'eau progressivement salée jusqu'à un degré de salure un peu supérieur à la moitié de celui de l'eau de mer. Au delà, on éprouve les plus grandes difficultés à obtenir l'acclimatation, et il faut ralentir beaucoup la salure; elle ne doit pas être de plus de $0^{gr},1$ par litre et par jour.

» Ayant ainsi déterminé complètement, dès 1871, la cause et le mécanisme de la mort des animaux d'eau douce immergés dans l'eau de mer, je me suis occupé du problème inverse, je veux dire de la mort des animaux d'eau de mer que l'on plonge dans l'eau douce.

» J'ai vu que, inversement, c'est la suppression du chlorure de sodium qui occasionne la mort. Je n'ai pu le remplacer ni par les sels de soude, ni par ceux de magnésie, ni par le sucre, la glycérine et autres substances destinées à donner à l'eau douce la densité de l'eau de mer.

» L'eau douce agit par endosmose exagérée, gonflant les branchies des Poissons, où la circulation s'arrête, et aussi celles des Mollusques et des Annélides, rendant opaques les épithéliums transparents, supprimant la contractilité des chromatophores des Céphalopodes, des muscles des Annélides, de l'Amphioxus, etc.

» J'ai commencé des expériences sur l'acclimatation des animaux d'eau de mer dans l'eau douce. Elles m'ont donné des résultats analogues à celles que je viens de rapporter dans le cas inverse; c'est-à-dire que l'acclimatation se fait assez facilement jusqu'à une diminution d'un tiers environ dans la salure de l'eau de mer, et qu'au delà la mort arrive très aisément.

» J'ai, du reste, recommencé depuis quelques semaines ces expériences au laboratoire du Havre. J'en ai mis d'autres en train, qui, je crois, n'ont jamais été tentées depuis Beudant. Elles consistent à étudier l'action sur les animaux marins d'une augmentation progressive dans la salure de l'eau de mer elle-même.

» Ces diverses recherches présentent un grand intérêt, non seulement au point de vue de la physiologie des épithéliums, mais pour l'histoire générale des êtres aquatiques pendant l'époque actuelle et dans les temps géologiques. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mal des montagnes.* Note de M. A. d'Abbadie.

« On appelle *mal des montagnes* une indisposition qui se manifeste quelquefois à de hautes altitudes et se caractérise surtout par des céphalalgies et des nausées. On attribue ce mal à la raréfaction de l'air, mais les récits contradictoires des voyageurs en Asie et en Amérique ne confirment pas toujours cette explication. Un diplomate intelligent, qui avait séjourné à Quito et dans ses environs, m'assura que le mal des montagnes, appelé *soroche* dans ces contrées, sévit dans certains lieux bien connus et ne se présente point dans des localités voisines, qui sont plus élevées. Pour appuyer ou réfuter cette assertion, j'ai prié un ami de demander dans le Chili des réponses à une série de questions, et j'ai reçu ainsi la Note suivante, qui émane de M. Charles Vattier, ingénieur de notre École Centrale de Paris :

La Puna ou Soroche.

« On désigne généralement, au Chili, sous le nom de *puna* un état particulier de l'atmosphère, qui se manifeste surtout dans les régions les plus élevées des Cordillières des Andes. C'est environ vers la hauteur de 2500^m au-dessus du niveau de la mer que commence à se faire sentir l'influence de la *puna* sur l'homme et les animaux.

» Les symptômes que l'on observe chez l'homme sont les suivants : La respiration est difficile, il semble au malade que l'air est en quantité insuffisante et souvent il croit qu'il va étouffer. La circulation du sang est accélérée et produit de violents battements aux tempes et même au cœur; on croirait qu'un bandeau vous serre fortement la tête. La peau devient sèche, les fonctions de l'estomac se font mal et souvent apparaissent les vomissements; les maux de tête sont parfois intolérables et c'est surtout pendant la nuit et les longues insomnies que cette indisposition est plus pénible. Quant la *puna* est très intense, le sang sort par le nez et même par les oreilles.

» Les symptômes se manifestent chez les animaux par une respiration bruyante et pénible; l'animal paraît se gonfler et n'avance que lentement. Souvent il se couche par terre et refuse de continuer la route; enfin quelquefois il tombe comme foudroyé, pour ne plus se relever.

» Il n'est pas rare de rencontrer, soit dans le désert d'Atacama, soit sur divers points de la Cordillière, des sentiers ayant comme jalons des squelettes de mules et de chevaux qui ont été victimes de la *puna*, et cela dans *certaines régions spéciales*, bien connues des *arrieros* (muletiers). Généralement, pour l'homme, cette indisposition n'entraîne aucune conséquence sérieuse; au bout d'un certain temps, il s'habitue à cette atmosphère et il lui suffit, du reste, de descendre à des niveaux moins élevés pour être rapidement et complètement guéri.

» Pour diminuer les effets de la *puna*, il est bon de prendre quelques précautions et même d'employer quelques remèdes.

» L'homme devra éviter toute espèce de fatigues, surtout la marche à pied, pour gravir les pentes; la nourriture doit être légère et en faible quantité : autant que possible ne pas s'alimenter de conserves ni de viandes salées. S'abstenir complètement de toute boisson alcoolique et boire le moins d'eau possible.

» La farine de blé grillé (*harina tostada*), délayée dans de l'eau chaude avec un peu de sucre (*ulpo*), est l'aliment préféré par les *arrieros*, ainsi que le *valdiviano*, que l'on prépare en broyant très fin du *charqui* (*viande séchée au soleil*), le mêlant avec un peu de graisse, du piment rouge (*asi*), de l'oignon coupé en petits morceaux et délayant le tout dans l'eau bouillante. Le café, le *maté* et surtout le thé, légers, sont les meilleures boissons. Le voyageur devra s'entourer le ventre d'une ceinture de flanelle, et porter des vêtements qui permettent d'affronter les brusques et violents changements de température si fréquents dans la Cordillière; s'il couche en plein air, il aura soin de se couvrir complètement la tête avec un capuchon rabattu sur les yeux surtout pendant les nuits de lune.

» Les remèdes qui passent pour donner les meilleurs résultats sont : *l'oignon cru et l'ail* (ce dernier corps perd presque complètement son goût et son odeur dans les hautes régions). On mêlera donc ces substances avec les aliments ou l'on en fera usage séparément.

» Éviter la constipation en prenant de légers laxatifs (citrate de magnésie, etc.). Sur des points très élevés j'ai, personnellement, pu éviter les effets de la *puna*, en prenant, chaque matin, à jeun, une dose de $0^{gr},05$ d'iodure de potassium.

» Enfin, si les symptômes se présentent d'une façon très grave, il faudra saigner le malade et, s'il y a quelque difficulté pour pratiquer la saignée au bras, on pourra, en dernier lieu, faire une forte incision au bas de l'oreille, de manière à retirer une certaine quantité de sang et ensuite arrêter l'écoulement au moyen d'amadou, de chlorure de fer ou même de papier brûlé et d'un bandage convenable.

» Les soins à donner aux animaux se réduisent à ne pas exiger d'eux de trop grandes étapes et à ne pas presser leur marche surtout dans les montées. On ne laissera boire les mules et les chevaux qu'après un certain temps de repos et on leur donnera peu à boire à la fois; ne jamais presser l'allure d'un animal après lui avoir donné de l'eau.

» Aussitôt que la mule de charge se couche et refuse d'avancer, la débarrasser de sa charge et la laisser reposer pendant un certain temps avant de se remettre en marche.

» Dans le cas fréquent où l'animal est frappé d'un coup de sang, lui fendre profondément l'extrémité de l'oreille de manière à provoquer une abondante saignée.

» Les vraies causes de la *puna* ne sont pas très bien connues. Il est certain qu'il faut l'attribuer à la raréfaction de l'air produite par l'élévation des hauteurs, mais il y a des causes secondaires mal déterminées.

» Dans tel endroit de la Cordillière, hommes et animaux souffriront beaucoup de l'indisposition produite par la *puna*, tandis qu'en s'élevant davantage ils traverseront des régions où sa fâcheuse influence ne se fera pas sentir.

» Ainsi, dans le désert d'Atacama, près de la Cochinal de la Sierra, j'ai observé qu'il y avait beaucoup de *puna* à 2600^m de hauteur, dans les parages de l'usine d'amalgamation (*aguada*), qu'on y installe actuellement; tandis qu'à 3300^m de hauteur, dans les montagnes d'Ossondon, plus à l'est, on n'éprouvait nullement ce genre d'accidents. Il est possible qu'il y ait là des influences électriques et que l'ozone joue un rôle important.

» Cette influence de l'ozone est d'autant plus probable que c'est surtout pendant et après les orages (*temporals*) que la *puna* fait le plus sentir ses effets; il serait intéressant de faire des observations comparatives, en prenant diverses hauteurs barométriques, de constater les effets de la *puna* à ces hauteurs et d'y observer les colorations correspondantes des papiers ozonométriques.

» Il peut se faire que, dans les parages où la *puna* est la plus développée, il existe des courants atmosphériques qui se soient *électrisés* au contact de certaines roches métalliques, comme les roches contenant des oxydes et sulfures de fer magnétiques, si répandues dans les Cordillières.

» Du reste, sur ces points, les phénomènes électriques sont si développés, que si l'on passe la main sur la crinière du cheval ou sur son *poncho*, on entend un vrai crépitement et, la nuit, ce frottement est accompagné de lueurs très marquées.

» Si l'on jette violemment des grains de sable sur le sol, on voit également se manifester comme de vraies étincelles. J'ai l'intention de continuer mes observations à ce sujet dans mes prochaines excursions à la Cordillière, et je m'empresserai d'en faire connaître les résultats.

» Valparaiso, le 6 mars 1883. »

» Les observations de M. Vattier établissent donc l'existence de la *puna* par une altitude de 2600^{m} dans les environs du 24e parallèle sud, et l'absence de ce mal à l'altitude *plus grande* de 3300^{m}.

» Dans l'hémisphère boréal, sous la latitude de 13° 14', j'ai voyagé en Éthiopie à des altitudes de 4500^{m} et 4600^{m} sans éprouver d'autre inconvénient notable que celui du froid. J'étais accompagné alors par plusieurs indigènes nés dans des régions basses et chaudes et que j'avais choisis comme n'ayant jamais parcouru ces grandes hauteurs. Cependant aucun d'entre eux n'y éprouva le moindre symptôme du mal des montagnes. Pour en établir la vraie théorie, nous croyons devoir recommander aux méditations des physiologistes l'étude des faits que nous venons d'exposer. »

M. P. Bert, à propos de cette Communication, présente les observations suivantes :

« J'ai écouté avec la plus scrupuleuse attention la Lettre que vient de lire notre savant Confrère. Je regrette d'avoir à dire qu'elle ne me paraît rien contenir qui ne soit déjà bien connu.

» Dès la fin du XVIe siècle, le savant jésuite Acosta avait admirablement décrit le *mal des montagnes*, appelé dans les Andes : *puna, soroche, veta, mareo*, et, dans l'Himalaya, *bis, tunk, dum*, etc.

» Le fait que, dans les hauteurs médiocres, l'intensité du malaise n'est

pas toujours en rapport avec l'élévation, a été également signalé par beaucoup de voyageurs.

» J'écrivais déjà en 1878 : « Dans une même région du globe, dans une » même masse montagneuse, certains lieux déterminés sont particulièrement » redoutés des voyageurs et des indigènes; et ces lieux ne sont pas toujours » les plus élevés, tant s'en faut. » (*La pression barométrique*, p. 329.)

» J'ai essayé, dans le livre que je viens de citer, d'expliquer non seulement la cause fondamentale du mal des montagnes, mais les raisons des irrégularités de son apparition suivant les individus, les localités, les circonstances diverses. Reproduire ici ces explications m'entraînerait trop loin.

» L'usage d'une nourriture spéciale, l'emploi de certaines médications, la vertu prophylactique de l'ail et de l'oignon, ont été indiqués depuis bien longtemps.

» Si j'ai pris la parole, c'est principalement pour protester contre la saignée, considérée comme moyen préventif ou curatif des accidents des hauts lieux. Il est absolument démontré, depuis les travaux de M. Jourdanet et les miens, que ces accidents sont dus à une sorte d'asphyxie particulière due à la proportion trop faible de l'oxygène du sang. Saigner, c'est diminuer une réserve déjà insuffisante, c'est augmenter à coup sûr l'intensité des symptômes et le danger de la situation.

» Cependant, de pratique immémoriale, quand arrive l'espèce de congestion qui est une des phases du *soroche*, les *arrieros* font de petites saignées aux oreilles de leurs mules.

» Quant à l'accoutumance, j'ai montré, dans une Note récemment soumise à l'Académie, que le sang des animaux vivant sur les Andes absorbe notablement plus d'oxygène que celui des animaux de même espèce habitant les plaines. Il y a là un réservoir d'oxygène dans lequel ils peuvent trouver une protection contre l'*anoxyhémie*. »

ZOOLOGIE. — *Sur quelques-uns des résultats déjà obtenus par les explorations sous-marines faites à bord du* Talisman. Note de M. A. GAUDRY.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une Lettre de M. le Dr Fischer, datée de Santa-Cruz (Ténériffe), 29 juin :

« Depuis notre départ de Rochefort, *écrit M. Fischer*, la navigation s'est effectuée heureusement. Le matériel du *Talisman* a fonctionné admirablement. La corde métallique avec laquelle on drague a supporté les tractions les plus grandes sans avaries; elle a permis de

rapporter plusieurs blocs de pierre dont l'un dépassait en poids 100^{kg}, et cela à 1000^{m} de fond.

» Grâce à nos engins perfectionnés, nous pouvons draguer deux fois plus vite que dans les précédents voyages. Nous avons surtout employé les grands chaluts, qui nous ont procuré des collections immenses.

» Le chef de notre expédition, M. Alphonse Milne-Edwards, a une profusion de magnifiques Crustacés; beaucoup d'espèces sont nouvelles; plusieurs sont identiques avec celles des eaux profondes de la mer des Antilles.

» On ne peut se figurer l'étrangeté des formes des poissons que nous avons recueillis dans les grands fonds, notamment les curieux organes lumineux dont ils sont pourvus; leur découverte ouvre à M. Vaillant un riche champ d'étude.

» M. Perrier est également favorisé : nous avons des Crinoïdes, des Astéries de toute sorte, d'étonnantes Holothuries comme celles qui ont été trouvées par le *Challenger*, et des *Calveria* tellement nombreux que nous nous sommes demandé si l'on pourrait emporter tous les individus.

» M. Filhol, qui s'est chargé de l'examen des éponges, en a eu de pleines dragues; nous avons obtenu des individus parfaits d'*Euplectella*, d'*Holtenia*, etc.

» Quant aux Mollusques (*qui sont plus spécialement l'objet des études de M. Fischer*), ils nous montrent, outre les espèces encore inconnues, des espèces africaines, des espèces méditerranéennes, des espèces des régions froides qui se sont propagées à d'immenses distances dans les parties profondes de l'Océan; il y a là une source de révélations précieuses pour la géographie zoologique et la paléontologie. »

» M. H. Milne-Edwards vient de me communiquer une lettre de M. Alphonse Milne-Edwards dans laquelle je remarque le passage suivant :

« Les appareils électriques nous ont déjà rendu service en nous permettant de continuer la nuit les opérations commencées le jour; mais, jusqu'à présent, la mer a été trop houleuse pour nous permettre des essais d'éclairages sous-marins; nous y arriverons, quand nou serons dans des parages plus calmes. »

» Ces nouvelles m'ont paru dignes d'intéresser l'Académie, car rarement on aura vu une campagne zoologique conduite par une réunion d'éminents spécialistes comme ceux qui sont à bord du *Talisman*. Quand je pense que c'est pour la quatrième fois que notre Confrère M. A. Milne-Edwards et quelques-uns de ses collaborateurs se livrent au rude labeur des explorations sous-marines, je ne doute pas que les membres de l'Académie, et tous ceux qui honorent le dévouement à la Science, entourent de leurs vœux les naturalistes du *Talisman*. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* [1]. Note de M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« *Séparation d'avec le molybdène.* — Elle s'effectue au moyen des méthodes suivantes, dont la dernière n'est toutefois qu'approximative et doit s'employer concurremment avec une des deux autres.

» 1° La solution chlorhydrique notablement acide est saturée d'hydrogène sulfuré à froid. Il se dépose du sulfure de molybdène que l'on recueille sur un filtre et qu'on lave à l'eau aiguisée de HCl et saturée de H^2S. Le liquide clair, maintenu pendant quelque temps à une température d'environ 70°, puis soumis à l'ébullition, fournit encore du sulfure de molybdène qui est reçu sur un filtre et lavé à l'eau acidifiée par HCl.

» Après ces opérations, la liqueur n'est point exempte de molybdène : il faut la concentrer et recommencer le traitement ci-dessus jusqu'à ce que, après saturation par H^2S à froid et ébullition subséquente, il ne se développe aucune coloration brune.

» Quand le volume du liquide ne dépasse pas quelques centimètres cubes, ce qu'il peut rester de molybdène non précipité par H^2S est absolument négligeable; mais, lorsqu'on opère sur un mélange renfermant beaucoup de gallium et très peu de molybdène, il est bon de combiner le présent procédé et celui décrit sous le n° 3.

» Le chlorure rouge [2] de molybdène et *surtout le chlorure bleu* [3] sont bien plus lentement précipités par H^2S que les solutions d'acide molybdique. Avant de traiter par H^2S, on oxydera donc à chaud les composés inférieurs du molybdène au moyen de quelques gouttes d'acide nitrique, dont l'excès sera détruit par l'ébullition avec de l'acide chlorhydrique.

» 2° La précipitation du sulfure de molybdène est plus rapide en opérant comme suit.

» La solution est sursaturée par l'ammoniaque et additionnée de sulfure d'ammonium. Surtout à douce chaleur, il se développe bientôt une coloration jaune rouge; on sursature alors par HCl étendu qui précipite le sul-

---

(1) *Comptes rendus*, juillet 1883, p. 66.

(2) Préparé en réduisant par le zinc une solution chlorhydrique d'acide molybdique.

(3) Obtenu en traitant par la potasse un mélange de chlorure rouge et de solution chlorhydrique d'acide molybdique, puis sursaturant par HCl.

fure de molybdène. On chauffe modérément jusqu'à expulsion de l'hydrogène sulfuré : on filtre et on lave à l'acide chlorhydrique étendu.

» Il ne reste que peu de molybdène dans la liqueur claire; pour l'en retirer, on réduit le volume du liquide en détruisant les sels ammoniacaux par ébullition avec de l'eau régale et l'on traite le produit comme la solution primitive.

» Généralement, après deux opérations ainsi conduites, il ne reste plus que de très faibles traces de molybdène mêlées au sel de gallium; dans une analyse rigoureuse, on peut cependant avoir recours au procédé suivant, afin d'éliminer la grande masse du gallium.

» Malgré de bons lavages à HCl étendu, le sulfure de molybdène obtenu dans les conditions actuelles retient une très petite quantité de gallium. Pour être exact, il faut donc reprendre par l'eau régale, chasser l'acide nitrique et traiter comme devant.

» De même pour le procédé n° 1, on fera préalablement passer à l'état d'acide molybdique les chlorures rouge et bleu.

» 3° La liqueur est additionnée d'acide sulfurique et de sulfate d'ammoniaque en quantités légèrement supérieures à celles qui sont nécessaires pour former de l'alun avec tout le gallium. Si les métaux ne sont pas déjà à l'état de chlorures, on ajoute un peu de HCl, puis on concentre jusqu'à ce que le refroidissement fasse apparaître des cristaux d'alun; on ajoute alors très peu de HCl et l'on agite la masse avec trois ou quatre fois son volume d'alcool à 85°. Quand le sel s'est bien déposé, on le recueille sur un filtre, on le lave à l'alcool à 85° pour le reprendre ensuite par l'eau.

» Cette nouvelle solution reçoit un petit fragment de bisulfate d'ammoniaque, quelques gouttes de HCl, et est concentrée, puis traitée comme la liqueur primitive.

» Il suffit de deux ou trois cristallisations de l'alun, faites de cette façon, pour le priver de toute trace appréciable de molybdène. La séparation réussit avec les chlorures de molybdène rouge et bleu, ainsi qu'avec l'acide molybdique.

» Les liquides qui renferment le molybdène sont évaporés pour chasser l'alcool et traités par l'un des procédés n°s 1 et 2.

» En résumé, dans une analyse rigoureuse, il faut commencer par enlever le plus de molybdène possible à l'état de sulfure; diminuer ensuite fortement la masse en transformant la majeure partie du gallium en alun et précipiter sous forme de sulfure les traces de molybdène contenues dans la liqueur finale de faible volume.

» Comme la cristallisation de l'alun peut s'opérer sur le sel provenant de $0^{gr},01$ de gallium, on voit que la quantité de molybdène échappant à l'action des procédés nos 1 et 2, sur une liqueur de volume aussi restreint, est tout à fait négligeable. »

M. H. Gyldén fait hommage à l'Académie d'une Note « Sur l'emploi des méridiens équidistants pour les fixations de l'heure ». (Résumé d'un Rapport lu à la Société suédoise d'Anthropologie et de Géographie.)

M. P. Bert fait hommage à l'Académie de son Rapport fait à la Chambre des Députés, au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi relatif à l'augmentation de la récompense nationale accordée par la loi du 18 juillet 1874 à M. Pasteur.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Nouvelle contribution à l'étude des concrétions sanguines intra-vasculaires.* Note de M. G. Hayem.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Après avoir établi que les lésions de la paroi vasculaire produisent, par leur influence sur les hématoblastes, des concrétions sanguines auxquelles on pourrait donner le nom de *caillots par battage,* il me restait à envisager la question à un autre point de vue, c'est-à-dire à rechercher l'action que peuvent exercer les modifications du plasma sur la coagulation.

» Ce côté nouveau du problème m'a paru pouvoir être élucidé à l'aide d'un procédé très simple.

» Lorsqu'on comprend entre deux ligatures, sur l'animal vivant, un segment veineux (une portion de la jugulaire externe par exemple), de manière qu'il reste gonflé de sang, on sait qu'il s'écoule un temps assez long avant que le sang soustrait de la sorte à la circulation se coagule. Qu'on pratique alors une injection intra-veineuse à l'aide d'un liquide pouvant altérer la constitution du sang, on conçoit que la coagulabilité de ce liquide pourra être profondément modifiée et que le sang arrêté dans la seconde jugulaire, comprise à son tour entre deux ligatures, pourra se comporter autrement qu'à l'état normal.

» En opérant avec des liquides de composition variable, il sera donc

possible de reconnaître, à l'aide de cette méthode, l'influence particulière exercée par chacun d'eux sur la coagulabilité du sang en stagnation.

» Dans une longue série d'expériences entreprises sur le chien et sur le cheval, j'ai étudié à cet égard un certain nombre de liquides capables de faire varier dans le plasma sanguin la proportion de l'eau, des sels, et la nature ainsi que la proportion des matières albuminoïdes.

» Voici les principaux résultats de ces expériences :

» I. Un certain nombre de liquides introduits, même en très faible proportion, dans les vaisseaux, déterminent la coagulation plus ou moins rapide du sang en stagnation, sans entraîner aucun trouble de la circulation générale ni aucune lésion organique.

» Le plus actif de ces liquides est le sérum du sang emprunté à l'animal lui-même ou à un animal de la même espèce; de sorte qu'en se servant chez le chien de sérum de sang de chien, on a sous les yeux un animal qui présente des particularités singulières. D'un côté, dans une des jugulaires (celle qui a été liée avant l'injection intra-veineuse), le sang en stagnation est parfaitement liquide; de l'autre, au contraire, il est complètement coagulé, et cependant la circulation générale continue à s'effectuer normalement.

» II. L'eau distillée, la solution aqueuse de ferment de la fibrine, le sérum artificiel au chlorure de sodium (dans la proportion de $\frac{5}{1000}$), les injections de sang complet ou défibriné augmentent également, dans une mesure plus faible et variable, la coagulabilité du sang en stagnation.

» III. Les sérosités naturelles non spontanément coagulables, comme celle de l'hydrocèle, sont, en général, complètement inactives, même lorsqu'elles sont introduites dans le sang en forte proportion.

» IV. L'injection de sérum de sang étranger, de sérum de bœuf chez le chien, est suivie d'effets tout particuliers qui me paraissent avoir un grand intérêt.

» Après l'introduction d'une proportion suffisante de sérum de bœuf dans les vaisseaux du chien, le sang de cet animal devient immédiatement grumeleux. Retenu par des ligatures dans un segment veineux, au lieu de rester liquide ou de se prendre en masse comme dans les cas précédents, il laisse déposer de petites concrétions ressemblant à un précipité, et, retiré du vaisseau, il a perdu plus ou moins complètement la propriété de se coaguler.

» Le sang en circulation charriant les mêmes concrétions, cette expérience détermine un état morbide grave qui entraîne assez rapidement la

mort de l'animal, tandis que les injections précédentes sont inoffensives.

» Les principaux symptômes de cet état pathologique consistent en une diarrhée sanguinolente, parfois très abondante, en une anurie le plus souvent complète et en un abaissement de la température centrale.

» L'autopsie des animaux fait reconnaître que ces phénomènes sont la conséquence d'embolies multiples, et par suite d'infarctus hémorragiques.

» Les principaux siègent habituellement dans la muqueuse intestinale, le parenchyme des reins, de la rate et du foie, dans les muqueuses vésicale et stomacale. On en peut trouver également dans beaucoup d'autres points, notamment dans les poumons et dans les séreuses péritonéale, péricardiaque, pleurale.

» Les principales déductions qui peuvent être tirées de ces expériences sont les suivantes :

» 1° L'intégrité de la paroi vasculaire n'est pas la seule condition essentielle qui intervienne dans le maintien de la fluidité du sang. Une seconde condition paraît tout aussi importante : c'est le mouvement du sang dans les vaisseaux, puisqu'un sang capable de se coaguler lorsqu'il est stagnant reste cependant parfaitement liquide dans tous les points où il circule.

» Le caillot qui se forme dans ces circonstances ayant les mêmes caractères que le coagulum obtenu lorsque le sang issu du corps est abandonné au repos dans un vase, on peut l'appeler *caillot par stase* ou par *stagnation*, pour le différencier de la première variété ou *caillot par battage*.

» 2° Les phénomènes qui succèdent à l'introduction du sérum de sang de bœuf dans le sang du chien nous conduisent à admettre une troisième variété de coagulation pendant la vie. Je propose de lui réserver le nom de *coagulation par précipitation*.

» 3° En tenant compte de la composition des liquides injectés et du mode d'action que chacun d'eux peut exercer sur les éléments figurés et la constitution du sang, on arrive à ces deux conclusions :

» (*a*). L'augmentation de la coagulabilité du sang stagnant, sous l'influence des injections intra-vasculaires, est due soit à la mise en liberté du ferment de la fibrine par altération du sang lui-même, soit à l'introduction directe de ce ferment contenu dans certains liquides albuminoïdes.

» (*b*). La formation des caillots par précipitation est due à la réunion de ces deux causes d'altération du sang, agissant avec une grande intensité. C'est du moins ce qui paraît se produire lorsqu'on injecte du sérum de bœuf dans le sang du chien.

» 4° Ces expériences permettent encore de supposer que, dans la produc-

tion des coagulations spontanées chez l'homme, les substances albuminoïdes du sang jouent un rôle important; que peut-être même certaines maladies hémorragipares, la *purpura hemorragica* par exemple, sont dues parfois à une altération du plasma, capable de déterminer une coagulation par précipitation.

» 5° La possibilité de rendre le sang stagnant plus coagulable en introduisant dans le torrent circulatoire des liquides ne faisant éprouver aucun préjudice à l'organisme est applicable en Thérapeutique au traitement des hémorragies graves et peut-être à la cure des anévrismes. »

M. V. Burq donne lecture d'un « Aperçu scientifique et pratique sur l'état actuel de la Métallothérapie ».

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Description succincte d'un compteur d'électricité;* par M. J. Cauderay [1].

(Renvoi à la Section de Physique, à laquelle M. Du Moncel est prié de s'adjoindre.)

« L'unité de quantité d'électricité étant le *coulomb*, c'est-à-dire l'ampère (unité d'intensité) dans une seconde (prise comme unité de temps), on comprend qu'un mécanisme réalisant à la fois l'enregistrement d'un bon ampère-mètre et d'un pendule à seconde, ou d'autre mouvement d'horlogerie, constituera un *compteur d'électricité* aussi parfait qu'on peut le désirer. Ce mécanisme est réalisé de la manière suivante :

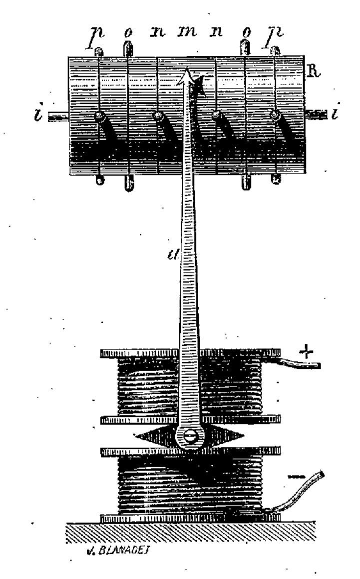
» R est un cylindre d'une dimension quelconque, qu'un mouvement d'horlogerie fait tourner sur son axe ii, à raison, par exemple, d'un tour par seconde. Ce cylindre est muni de dents, à peu près comme dans une boîte à musique, disposées d'une manière spéciale sur des cercles tracés à égale distance les uns des autres. Le cercle m, qui divise le cylindre en deux parties égales, ne reçoit pas de dents. Sur chacun des cercles n, tracés à gauche et à droite du précédent, se trouve une dent; sur les

---

[1] Cette Communication était parvenue à l'Académie dans la séance du 9 juillet.

seconds cercles *o*, deux dents; sur les troisièmes, trois dents, et ainsi de suite jusqu'aux extrémités du cylindre.

» *a* est l'aiguille indicatrice d'un ampère-mètre, construit spécialement; elle est placée devant le cylindre, en face de la trace *m*, de façon que, lorsqu'elle sera au zéro, c'est-à-dire lorsque aucun courant ne traversera l'appareil, le cylindre R puisse tourner sans qu'aucune dent vienne toucher l'aiguille *a*. Au contraire, dès qu'un courant traversera l'appareil, l'aiguille *a* déviera à droite ou à gauche, suivant le sens de ce courant, et d'une quantité telle que, si celui-ci a une intensité d'un ampère par exemple, l'aiguille se placera en face du cercle *n*; alors, à chaque révolution du



cylindre, une dent viendra presser légèrement contre l'aiguille *a*, laquelle, au moyen d'un mécanisme facile à concevoir, fera avancer d'une dent la roue d'un compteur à cadran semblable à ceux des compteurs à gaz, et ce compteur enregistrera *un* coulomb à chaque seconde. Si deux ampères traversent l'ampère-mètre, l'aiguille *a* se plaçant en face du cercle *o*, deux dents viendront, à chaque seconde, presser contre cette aiguille : on enregistrera ainsi *deux* coulombs toutes les secondes, et ainsi de suite.

» *Principaux avantages du système.* — 1° L'appareil, entièrement mécanique, étant basé sur les effets physiques des courants, bénéficie de tous les avantages de ceux-ci, comparés aux compteurs basés sur les effets chimiques.

» 2° La résistance, étant invariable et très faible (environ $\frac{1}{100}$ d'ohm),

permet de faire passer par les bobines de l'appareil la totalité du courant à mesurer, ce qui constitue un avantage sérieux.

» 3° Le courant peut changer de sens assez fréquemment, sans altérer l'exactitude des indications.

» 4° L'appareil peut fonctionner dans presque toutes les positions, sans cesser d'être exact, ce qui permettra de l'employer sur un bateau, sur un train, etc.

» 5° Le compteur indique directement la quantité d'électricité en *coulombs;* le calcul indiquant que la lumière fournie par 1^{mc} de gaz d'éclairage est égale à la lumière fournie par 10 080 coulombs, brûlés dans des lampes à incandescence, on a profité de cette concordance pour graduer les cadrans de l'appareil en myria-coulombs, quantité qui sera, par ce fait, tout à fait comparable au mètre cube de gaz, dans la pratique.

» 6° Le champ magnétique de l'ampère-mètre pouvant se régler à volonté, il sera toujours très facile de l'étalonner à nouveau, si une vérification montrait qu'il est survenu, au bout de quelques années, un changement dans l'état magnétique de l'aimant. »

M. A. Lafon adresse, par l'entremise de M. Faye, un Mémoire sur les déplacements infiniment petits d'un parallélogramme.

(Commissaires : MM. Bertrand, Resal, Jordan.)

M. E. Vogel adresse un Mémoire « Sur la variation des poids atomiques ».

(Renvoi à la Section de Chimie.)

CORRESPONDANCE.

M. J.-H. Gilbert, nommé Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. le Vice-Amiral de Jonquières prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre.

(Renvoi à la Commission qui sera ultérieurement nommée.)

L'Institut royal d'études supérieures pratiques et de perfectionnement de Florence adresse, par l'entremise de M. le Ministre des Affaires étrangères et de M. le Ministre de l'Instruction publique, quelques exemplaires du programme du Concours pour le prix de cinq mille livres, fondé par le Dr *Bufalini*.

Ces programmes seront déposés au Secrétariat. Le terme fixé pour la présentation des Mémoires est le 31 octobre 1884.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure portant pour titre : « L'osmose et l'osmogène Dubrunfaut, dans la fabrication et le raffinage des sucres », par M. *H. Leplay*;

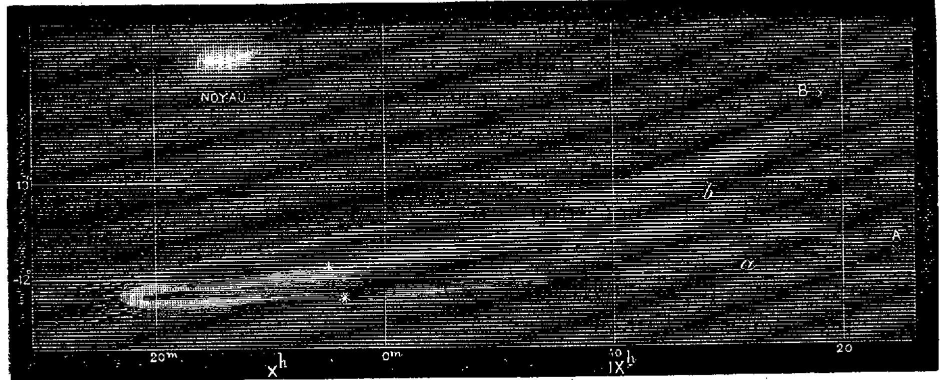
2° Le « Code de télégraphie de Bolton ». (Présenté par M. Hervé Mangon.)

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation faite par M. Gonnessiat de la grande comète* 1882. Lettre de M. Ch. André à M. Faye.

« Saint-Genis, le 6 juillet 1883.

» Dans le n° 25 du 18 juin 1883, vous voulez bien citer une observation et un dessin de la grande comète 1882, faits à l'Observatoire de Lyon par M. Gonnessiat. Le dernier numéro du journal *l'Astronomie*, en donnant le dessin sur lequel M. Schwedoff s'est appuyé, me montre la raison pour laquelle ce savant a été induit en erreur.

» J'ai donc l'honneur de vous adresser ci-inclus le dessin original et les



Grande comète 1882. Lyon, 12 octobre, 16h, temps moyen.

notes copiées sur le carnet d'observations. Vous verrez que ce dessin ne ressemble point à celui qui a été publié, et les notes en question auront peut-être pour vous quelque intérêt.

Note sur la grande comète de 1882, par M. Gonnessiat.

« La queue est divisée en deux parties d'étendue à peu près égale : celle du sud très brillante; celle du nord non visible à l'œil nu.

» La partie brillante est elle-même divisée en deux par un sillon relativement obscur, derrière le noyau.

» Les bords se prolongent rectilignement au delà de la tête, mais ne se rejoignent pas. Ces prolongements avaient, le 12 octobre, environ 50′ de longueur : le 23 octobre, on a pu les apercevoir jusqu'à près de 2° de distance du noyau.

» Une solution de continuité se présente sur le bord sud en A. Ce point correspond à un renforcement lumineux, vers B, dans la partie nord de la queue. Si l'on remarque que le noyau présente deux centres bien distincts de condensations, on peut supposer que *a* et *b* marquent les extrémités d'une queue, une autre aboutissant en A et B; en raison de la perspective, ces deux queues se superposeraient en grande partie.

» De chaque côté de la tête, on voit une paire de nervures assez faibles. »

ASTRONOMIE. — *Changements produits sur la durée de l'année julienne par les variations des quantités dont dépend cette durée.* Note de M. **A. Gaillot**, présentée par M. Tisserand.

« M. Stone a publié récemment [1] un Mémoire dans lequel il attribue une influence relativement considérable, sur la durée de l'unité de temps employée dans la construction des Tables astronomiques, à la petite différence existant entre le moyen mouvement du Soleil adopté par Bessel et celui qu'ont adopté depuis Hansen et Le Verrier.

» Nous voulons faire voir que cette influence est très faible en réalité, et que l'effet en est presque insensible sur le calcul des positions théoriques des corps célestes, dans les limites de temps où les Tables astronomiques actuelles sont susceptibles de présenter une précision suffisante.

» L'unité de temps généralement adoptée pour la construction des Tables astronomiques est l'*année julienne*, ou, pour parler plus exactement, le *jour solaire moyen*, dont l'année julienne n'est qu'un multiple mathématiquement défini.

» Supposons qu'on ait trouvé, rapportées à une unité de temps arbitraire, les valeurs suivantes :

n, mouvement de rotation de la Terre autour de son axe;
n', moyen mouvement apparent de révolution du Soleil;
p, précession générale;

---

[1] *Monthly Notices of the R. A. S.*, vol. XLIII, n° 7.

a, mouvement moyen de l'équinoxe compté sur l'écliptique de l'époque initiale;

u, accroissement moyen de l'arc intercepté sur l'équateur entre l'écliptique de l'époque initiale et l'écliptique d'une époque quelconque.

» La durée j du jour solaire moyen, rapportée à l'unité de temps adoptée, sera donnée par la formule connue

$$(1) \qquad (n - n' + \mathrm{P}) \times i = 2\pi,$$

expression dans laquelle $\mathrm{P} = a\cos\omega - u - p$, ω représentant l'inclinaison de l'équateur sur l'écliptique de l'époque initiale.

» Les variables n', n et P sont indépendantes entre elles; mais chacune d'elles est liée à j par l'équation (1) : on aura donc, pour déterminer la variation de j correspondant à une variation donnée de chacune de ces quantités, les trois équations suivantes, dans lesquelles f représente le premier membre de l'équation (1),

$$(2) \qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{df}{dn}\delta n + \frac{df}{dj}(\delta j)_n = 0, \quad \text{d'où} \quad \frac{(\delta j)_n}{j} = -\frac{j}{2\pi}\delta n;\\ &\frac{df}{dn'}\delta n' + \frac{df}{dj}(\delta j)_{n'} = 0, \quad \text{d'où} \quad \frac{(\delta j)_{n'}}{j} = +\frac{j}{2\pi}\delta n';\\ &\frac{df}{d\mathrm{P}}\delta \mathrm{P} + \frac{df}{d\mathrm{P}}(\delta j)_{\mathrm{P}} = 0, \quad \text{d'où} \quad \frac{(\delta j)_{\mathrm{P}}}{j} = -\frac{j}{2\pi}\delta \mathrm{P}.\end{aligned}\right.$$

» Notre unité étant arbitraire, nous pouvons substituer à celle que nous avions d'abord adoptée l'année julienne J, correspondant aux valeurs primitives n, n' et P; ou, si l'on aime mieux, celle dont la valeur, par rapport à l'unité adoptée en premier lieu, est déterminée par l'équation

$$(n' - n + \mathrm{P}) \times \mathrm{J} = 365,25 \times 2\pi;$$

nous aurons alors $j = \frac{1}{365,25}$. Si nous substituons cette valeur dans les seconds membres des équations (2), et si nous remarquons que, le rapport $\frac{\delta j}{j}$ ne changeant pas, quelle que soit l'unité de temps adoptée, nous pouvons conserver la même forme aux premiers membres, nous obtiendrons

$$(3) \qquad \left\{\begin{aligned} &\frac{(\delta j)_n}{j} = -\frac{\delta n}{365,25 \times 2\pi},\\ &\frac{(\delta j)_{n'}}{j} = +\frac{\delta n'}{365,25 \times 2\pi},\\ &\frac{(\delta j)_{\mathrm{P}}}{j} = -\frac{\delta \mathrm{P}}{365,25 \times 2\pi},\end{aligned}\right.$$

j et δj étant alors rapportés à la nouvelle unité de temps. Multipliant les deux membres de chacune de ces équations par 365,25 et remarquant que $\delta j \times 365,25$ est l'accroissement δJ de l'année julienne, on trouve

$$(4)\quad \begin{cases} (\delta J)_n = -\frac{j}{2\pi}\delta n = -\delta n, & \text{en temps solaire moyen} \\ (\delta J)_{n'} = +\frac{j}{2\pi}\delta n' = +\delta n' & \text{»} \\ (\delta J)_P = -\frac{j}{2\pi}\delta P = -\delta P & \text{»} \end{cases}$$

» On voit que l'accroissement de l'année julienne est, au signe près, précisément égal à l'accroissement de chacune des trois variables dont sa valeur dépend, en admettant toutefois qu'on s'arrête à la première puissance des variations, ce qui est toujours suffisant.

» Il résulte de ce qui précède que la différence entre les temps moyens, calculés à une époque quelconque, avec des Tables du Soleil diverses, est égale à la différence, réduite en temps, des longitudes moyennes du Soleil fournies par ces Tables.

» Si l'on compare les Tables de Le Verrier à celles de Bessel, on trouve, pour la longitude moyenne du Soleil,

$$LV - B = +7'',39 + 0'',060216(t - 1850),$$

et, par conséquent, pour les temps moyens

$$(5)\qquad LV - B = +0^s493 + 0^s,004.014(t - 1850).$$

» L'écart, qui est de $+0^s,5$ en 1850, atteindrait seulement $+2^s,5$ cinq cents ans après. Or il est évident qu'avant cinq cents ans les progrès de l'Astronomie auront rendu indispensable la construction de nouvelles Tables.

» La différence actuelle, $+0^s,63$, entre les temps moyens, ne peut produire, dans le calcul des positions théoriques de la Lune, malgré la rapidité du mouvement de cet astre, qu'une différence de 0'',4 environ; tandis que l'écart constaté entre la théorie et l'observation dépasse 10''. Pour le Soleil, l'écart n'atteint pas 0'',03. Nous ne pouvons donc, avec M. Stone, voir dans cet écart la preuve de l'inopportunité (*undesirability*) de l'augmentation du moyen mouvement du Soleil adoptée par Le Verrier.

» On trouvera une vérification directe de la formule (5) en comparant le temps sidéral à midi moyen donné par le *Nautical Almanac* de 1883, pour le 1[er] janvier 1864 (32 décembre 1863), avec celui qui correspond,

dans le volume de 1864, à la même date : le premier est déduit des Tables de Bessel, le second de celles de Le Verrier; la différence, LV — B = + $0^s,55$, est précisément celle que donne la formule (5), si l'on y fait $t = 1864$.

» La *Connaissance des Temps* donne d'ailleurs exactement la même différence. »

MÉCANIQUE. — *Du choc longitudinal d'une barre prismatique, fixée à un bout et heurtée à l'autre.* Note de M. J. **Boussinesq**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans un Ouvrage actuellement en cours d'impression (¹), je donne une théorie complète du choc d'une barre s'étendant, le long de l'axe des x, depuis l'abscisse $x = 0$ jusqu'à l'abscisse $x = a$ et qui, libre ou fixée à son second bout $x = a$, est heurtée à l'époque $t = 0$, sur sa première extrémité $x = 0$, par un corps massif, animé, suivant les x, d'une certaine vitesse initiale V. M. de Saint-Venant, dans une des Notes du second fascicule de la *Théorie de l'élasticité*, de Clebsch, qu'il vient de publier en collaboration avec M. Flamant, chez M. Dunod, a reproduit presque en entier (p. 480a à 480gg) mes démonstrations et mes formules relatives au cas de la barre fixée. Il en résulte notamment, si k désigne le rapport de la masse du corps heurtant à celle de la barre, ω la vitesse de propagation du son le long de celle-ci et $\frac{\varepsilon}{\omega}$ le très petit temps, employé par l'extrémité heurtée $x = 0$ à prendre la vitesse V du corps heurtant : 1° que les déplacements u des divers points de la barre sont exprimés par la formule

$$(1) \qquad u = f(\omega t - x) - f(\omega t + x - 2a),$$

dans laquelle la fonction graduellement variable $f(\zeta)$, nulle pour $\zeta = -\infty$, a sa dérivée, $f'(\zeta)$, nulle elle-même tant que ζ est < 0, puis rapidement grandissante jusqu'à $\frac{V}{\omega}$ quand ζ croît de zéro à ε, et régie ensuite par l'équation aux différences mêlées

$$(2) \qquad f'(\zeta) - f'(\zeta - 2a) = \frac{V}{\omega} - \frac{f(\zeta) + f(\zeta - 2a)}{ak},$$

jusqu'à une valeur $\zeta = \zeta_1$, toujours plus grande que $2a + \varepsilon$ et correspondant à l'instant $t_1 = \frac{\zeta_1}{\omega}$ de la séparation du corps heurtant d'avec la barre,

(¹) *Application des potentiels à l'étude de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques, avec des notes étendues sur divers points de Physique mathématique et d'Analyse.*

où l'expression $f'(\zeta) - f'(\zeta - 2a)$ devient et reste désormais nulle; ce qui fait que les valeurs ultérieures de $f'(\zeta)$, au lieu de se déterminer par (2), sont simplement égales à $-f'(\zeta - 2a)$; 2° que, depuis $\zeta = 0$ jusqu'à $\zeta = \zeta_1$, la fonction $f'(\zeta)$ oscille entre des minima et des maxima consécutifs $f'(0), f'(\varepsilon), f'(2a), f'(2a+\varepsilon), f'(4a), f'(4a+\varepsilon)$, etc., chaque maximum $f'(2na+\varepsilon)$ dépassant de $\frac{V}{\omega}$ le minimum précédent $f'(2na)$, et la suite des maxima $f'(\varepsilon), f'(2a+\varepsilon), \ldots$ formant une série d'abord croissante, mais ensuite décroissante (du moins quand leur nombre dépasse 2); 3° que ζ_1 et, par suite, le nombre de ces maxima de $f'(\zeta)$ sont d'autant plus grands, que le rapport k l'est lui-même davantage; 4° que la déformation la plus forte $-\delta = f'(\omega t - x) + f'(\omega t + x - 2a)$ se produit à l'extrémité fixe $x = a$ et a pour valeur le double, $2f'(2na + \varepsilon)$ du plus grand des maxima, etc. Je renverrai à la Note citée de M. de Saint-Venant pour l'intégration de l'équation (2) et pour la démonstration de toutes ces lois; mais ici j'aborderai d'une manière nouvelle le cas où, le rapport k étant assez élevé pour que ζ_1 contienne un grand nombre de fois $2a$, les minima et maxima successifs de $f'(\zeta)$ finissent par dépasser de beaucoup les ondulations irrégulières, de longueur $2a$ et d'une amplitude comparable à $\frac{V}{\omega}$, que présente cette fonction $f'(\zeta)$.

» Introduisons alors, au lieu de $f(\zeta)$, la nouvelle fonction

$$(3) \qquad \psi(\zeta) = \int_{-a}^{a} f(\zeta - a + \theta)\frac{d\theta}{2a},$$

moyenne des valeurs de $f(\zeta)$ dans un intervalle $2a$, et qui est, en quelque sorte, la fonction $f(\zeta)$ *régularisée*, c'est-à-dire débarrassée de ses inégalités de longueur $2a$. Nous aurons, en différentiant (3),

$$(4) \quad \psi'(\zeta) = \int_{-a}^{a} f'(\zeta - a + \theta)\frac{d\theta}{2a} = \frac{f(\zeta) - f(\zeta - 2a)}{2a}, \quad \psi''(\zeta) = \frac{f'(\zeta) - f'(\zeta - 2a)}{2a};$$

ce qui montre notamment que $\psi'(\zeta)$ n'est autre, aussi, que $f'(\zeta)$ *régularisé*. D'ailleurs, une intégration par parties, effectuée sur le double du second membre de (3), donne identiquement

$$(5) \qquad f(\zeta) + f(\zeta - 2a) = 2\psi(\zeta) + \int_{-a}^{a} f'(\zeta - a + \theta)\frac{\theta\, d\theta}{a}:$$

or le dernier terme de celle-ci, *régularisé lui-même* par la substitution, à $f'(\zeta - a + \theta)$, de sa valeur moyenne dans un intervalle $2a$, savoir,

de $\int_{-a}^{a} f'(\zeta+\theta-a+\theta_1)\frac{d\theta_1}{2a}=\psi'(\zeta+\theta)$, devient

$$\int_{-a}^{a}\psi'(\zeta+\theta)\frac{\theta\,d\theta}{a}=\text{identiquement}\int_0^a\frac{\psi'(\zeta+\theta)-\psi'(\zeta-\theta)}{2\theta}\frac{2\theta^2\,d\theta}{a}$$
$$=(\text{sensiblement})\int_0^a\psi''(\zeta)\frac{2\theta^2\,d\theta}{a}=\frac{2a^2}{3}\psi''(\zeta);$$

en sorte que le dernier terme de (5) dépasse $\frac{2}{3}a^2\psi''(\zeta)$, d'une fonction, $2\chi(\zeta)$, *dont la valeur moyenne dans tout intervalle* $2a$ *peut être censée nulle*. Remplaçons, dans (2), le premier membre par $2a\psi''(\zeta)$, en vertu de (4), et $f(\zeta)+f(\zeta-2a)$ par $2\psi(\zeta)+\frac{2}{3}a^2\psi''(\zeta)+2\chi(\zeta)$; puis réduisons, et posons, afin d'abréger, $k+\frac{1}{3}=k'$. Il viendra l'équation différentielle $\psi''(\zeta)+\frac{1}{a^2k'}\left[\psi(\zeta)-\frac{akV}{2\omega}\right]=-\frac{\chi(\zeta)}{a^2k'}$, dont l'intégrale, déterminée en observant que $\psi(0)=0$ et $\psi'(0)=0$, peut s'écrire

$$(6)\quad\begin{cases}\psi(\zeta)=\dfrac{akV}{2\omega}\left(1-\cos\dfrac{\zeta}{a\sqrt{k'}}\right)-\dfrac{1}{a\sqrt{k'}}\displaystyle\int_0^\zeta\chi(\theta)\sin\frac{\zeta-\theta}{a\sqrt{k'}}d\theta;\\ \text{d'où}\quad\psi'(\zeta)=\dfrac{kV}{2\omega\sqrt{k'}}\sin\dfrac{\zeta}{a\sqrt{k'}}-\dfrac{1}{a^2k'}\displaystyle\int_0^\zeta\chi(\theta)\cos\frac{\zeta-\theta}{a\sqrt{k'}}d\theta.\end{cases}$$

Or il est clair que, dans ces formules (6), les deux intégrales définies, où l'intervalle des limites comprend un grand nombre de fois $2a$, sont évaluables en remplaçant le facteur $\chi(\theta)$ par sa valeur régularisée (zéro environ), ce qui les annule à fort peu près. Ainsi, $\psi'(\zeta)$ est réductible à $\frac{kV}{2\omega\sqrt{k'}}\sin\frac{\zeta}{a\sqrt{k'}}$. On en déduit tout d'abord, vu les relations (1) et (4), la valeur très approchée $a\frac{V}{\omega}\frac{k}{\sqrt{k'}}\sin\frac{\omega t}{a\sqrt{k'}}$, due à M. de Saint-Venant, des déplacements u du point heurté $x=0$. Mais il en résulte, ce qui est encore plus important, une expression presque aussi exacte de la plus grande déformation $-\partial=2f'(2na+\varepsilon)$. En effet, la fonction $\psi'(\zeta)$, *qui n'est autre que* $f'(\zeta)$ *régularisée*, doit, au moins dans le voisinage du plus grand maximum $f'(2na+\varepsilon)$, tenir sensiblement le milieu entre deux fonctions graduellement variables, dont l'une comprendrait tous les minima $f'(2na)$, l'autre, tous les maxima $f'(2na+\varepsilon)$; et, comme ceux-ci dépassent les minima de $\frac{V}{\omega}$, la fonction graduelle qui les exprimerait égale, à fort peu près, dans ce même voisinage, $\psi'(\zeta)+\frac{V}{2\omega}$, c'est-à-dire $\frac{V}{2\omega}(\sqrt{k}+1)$,

sauf erreur négligeable en comparaison de $\frac{V}{2\omega}$. On en déduit, à une erreur près du même ordre, pour le double du plus grand des maxima $f'(2na+\varepsilon)$, c'est-à-dire pour la déformation la plus forte $-\partial$, l'expression cherchée

$$(7) \qquad -\partial = \frac{V}{\omega}(\sqrt{k}+1).$$

» M. Flamant, en effectuant, dans les hypothèses $r=1$, $r=2$, $r=3$, ..., le calcul des formules que j'ai trouvées pour $-\partial$, a reconnu que cette expression approchée beaucoup plus simple, (7), commence à être très applicable en pratique dès que r atteint la valeur (5). Au-dessous, il faut recourir à la formule exacte, que j'ai donnée pour ces cas, $-\partial = 2\frac{V}{\omega}\left(1+e^{-\frac{2}{r}}\right)$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarque sur le calcul d'une intégrale définie;* par M. R. RADAU.

« M. Gourier vient de donner une formule pour le calcul approximatif d'une intégrale prise entre les limites $-\infty$ et $+\infty$. Pour les limites o et ∞, on pourra se servir de la formule suivante :

$$\int_0^\infty \varphi(x)e^{-x}dx = A\varphi(a) + B\varphi(b) + \ldots,$$

en prenant pour a, b, ..., les racines de l'équation

$$F(x) = e^x.D_x^n(x^n e^{-x}) = 0.$$

On a d'ailleurs, à un facteur près,

$$F(x) = x^n - n^2 x^{n-1} + \frac{n^2(n-1)^2}{1.2}x^{n-2} - \ldots$$

ou bien

$$F(x) = 1 - nx + \frac{n(n-1)}{1.4}x^2 - \frac{n(n-1)(n-2)}{1.4.9}x^3 + \ldots.$$

En posant

$$f(a) = \frac{1}{a} + \frac{1}{a^2} + \frac{1.2}{a^3} + \frac{1.2.3}{a^4} + \ldots,$$

les coefficients A, B, ... sont donnés par l'expression

$$A = \frac{1}{F'(a)}EF(a)f(a),$$

où le symbole E signifie qu'il faut prendre la partie entière du produit. Pour la démonstration, je me contenterai de renvoyer à mon Mémoire sur les *Formules d'approximation qui servent au calcul des intégrales définies* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées,* septembre 1880). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les surfaces de troisième ordre.* Note de M. C. **Le Paige**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Communication précédente, nous avons fait connaître un mode de détermination de la surface du troisième ordre définie par dix-neuf points. Nous demanderons à l'Académie la permission de revenir sur cette question pour exposer une solution différente qui, bien que d'apparence un peu plus compliquée, conduit néanmoins à des constructions plus faciles et plus rapides.

» Nous supposerons toujours que l'on ait résolu le premier problème, c'est-à-dire que l'on ait déterminé la section, par un plan quelconque, d'une surface du troisième ordre définie par trois droites et sept points.

» Nous aborderons ensuite cette question :

» *Construire une surface du troisième ordre définie par une droite* δ_1, *trois groupes de trois points* $pp'p''$, $qq'q''$, $rr'r''$, *distribués sur trois droites* δ_2, δ_3, δ_4, *et six autres points abcdef.*

» En considérant successivement les surfaces S_3, S'_3, S''_3, déterminées respectivement par les éléments δ_1, δ_2, δ_3, $rr'r''abcd$; δ_1, δ_2, δ_4, $qq'q''abcd$; δ_1, δ_3, δ_4; $pp'pp''abcd$, ces surfaces marquent sur la droite $\overline{ef}$ des groupes de trois points, qui caractérisent une involution I_2^3. Le groupe de cette involution défini par $\overline{ef}$ se complète aisément.

» Il en résultera la construction de la surface, satisfaisant aux conditions données, et, par un procédé simple et analogue, la détermination des points d'intersection de cette surface par une droite quelconque.

» Si les éléments donnés sont : *une droite* δ_1 *de la surface, trois points* $pp'p''$, *situés sur une droite* δ_2, *et douze autres points abcdefghijkl*, nous pourrons regarder les éléments δ_1, δ_2, $\overline{ab} \equiv \delta_3$, $\overline{cd} \equiv \delta_4$, *efghij* comme suffisant, d'après le problème précédent, à construire une surface S_3.

» En construisant des surfaces S'_3, S''_3, à l'aide de combinaisons différentes de ces mêmes éléments, nous obtiendrons sur $\overline{ij}$ des groupes caractéristiques d'un I_2^3.

» Il sera facile, d'après cela, de construire le troisième point d'intersec-

tion de la droite $\overline{ij}$ avec la surface et, par suite, de construire la surface elle-même, ou ses intersections par une droite quelconque.

» On abordera ensuite le problème :

» *Construire une surface du troisième ordre dont on connaît trois points en ligne droite* $pp'p'' \equiv \delta_1$, *et seize autres points abcdefghijklmnop.*

» Nous pourrons disposer les éléments de la manière suivante :

» $pp'p'' \equiv \delta_1$, $ab \equiv \delta_2$, et les douze points *cdefghijklmn*. Ces éléments, d'après ce qui précède, déterminent une surface S_3 ; par des combinaisons différentes nous obtiendrons des surfaces S'_3, S''_3.

» La répétition des procédés déjà employés nous conduit à la détermination de la surface et à ses intersections par une droite quelconque.

» On voit que nous sommes ramené à l'avant-dernier problème traité dans notre précédente Communication.

» Il est donc inutile d'aller plus loin dans l'exposé de notre seconde méthode.

» Nous ferons observer, en terminant, que les constructions s'effectueront toutes à l'aide du plan et de la droite : chaque fois, en effet, que nous aurons à employer des points, il seront définis individuellement, ou par groupes de deux ou de trois, et, dans ces derniers cas, on n'aura à faire usage que de la droite ou du plan qui contient les points sans déterminer ceux-ci individuellement.

» Nous espérons d'ailleurs exposer bientôt, en détail, les constructions que nous employons. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouveau théorème d'électricité dynamique.* Note de M. L. Thévenin.

« *Théorème.* — Étant donné un système quelconque de conducteurs linéaires reliés [1], et renfermant des forces électromotrices quelconques E_1, E_2, ..., E_n réparties d'une manière quelconque, on considère deux points A et A' appartenant au système et possédant actuellement des potentiels V et V'. Si l'on vient à réunir les points A et A' par un fil ABA' de résistance r, ne contenant pas de force électromotrice, les potentiels des points A et A' prennent des valeurs différentes de V et V', mais le courant i qui circule dans ce fil est donné par la formule $i = \frac{V - V'}{r + R}$, dans laquelle R

(1) De façon qu'aux extrémités de chacun d'eux aboutisse au moins un second conducteur.

représente la *résistance du système primitif, mesurée entre les points* A *et* A′ *considérés comme électrodes.*

» Ainsi, la formule d'Ohm est applicable, non seulement aux circuits électromoteurs simples et présentant des pôles bien définis, comme une pile ou une machine à courant constant, mais à un réseau quelconque de conducteurs, que l'on peut dès lors considérer comme un électromoteur à pôles arbitraires, dont la force électromotrice est, dans chaque cas, égale à la différence des potentiels *préexistant* aux deux points choisis pour pôles.

» Cette règle, qui ne semble pas avoir été indiquée jusqu'à ce jour, est d'un usage très commode dans certains calculs de théorie. Au point de vue pratique, elle permet d'évaluer immédiatement, au moyen de deux données faciles à obtenir expérimentalement, l'intensité du courant qui traversera un branchement que l'on viendrait à greffer sur un réseau quelconque de conducteurs, sans que l'on ait à se préoccuper autrement de la constitution intime de ce réseau.

» Pour démontrer le théorème, supposons qu'on introduise dans le conducteur ABA′ une force électromotrice $-$ E, égale et opposée à la différence de potentiel $V - V'$. Il est clair qu'aucun courant ne traversera le conducteur ABA′. Ainsi, le système des forces électromotrices $-E$, E_1, E_2, ..., E_n donne lieu à une distribution de courants, parmi lesquels celui qui traverse le conducteur ABA′ est nul.

» Supposons maintenant que, dans ce même conducteur, on introduise, conjointement avec la première, une seconde force électromotrice $+E$, égale à la différence de potentiel $V - V'$, et de même sens. En vertu du principe de l'indépendance des forces électromotrices simultanées, la force $+E$ donne naissance à une nouvelle distribution de courants, qui se superpose simplement à la précédente. Parmi ces nouveaux courants, celui qui traverse le conducteur ABA′ est précisément le courant cherché i, puisque les effets des forces $+E$ et $-E$, égales et opposées, s'annulent. Le courant i étant dû à la seule force $+E = V - V'$, dont le siège est dans la branche r, on peut, en appelant R une certaine résistance, écrire, d'après la formule d'Ohm, $i = \frac{V - V'}{r + R}$. D'ailleurs, la signification de la quantité R apparaît immédiatement; c'est la résistance d'un fil pouvant remplacer entre les points A et A′ le réseau primitif de conducteurs, sans que le débit propre d'une source constante d'électricité qui existerait dans la branche r en soit modifié. La quantité R a donc une signification physique précise, et on peut l'appeler la résistance du réseau primitif mesurée

entre les points A et A′ considérés comme électrodes. L'énoncé du théorème résulte immédiatement de cette définition. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les courants d'émersion et de mouvement d'un métal dans un liquide et les courants d'émersion* (¹). Note de M. **Krouchkoll**, présentée par M. Jamin.

« Deux électrodes d'un même métal plongeant dans un liquide, on sait que, si l'on met en mouvement l'une d'elles, à l'intérieur de ce liquide, il se produit un courant, dont le sens varie avec la nature du métal et du liquide en contact. Ces phénomènes ont été étudiés avec beaucoup de détails par M. Edm. Becquerel (²). On sait, d'autre part, que, l'une des électrodes étant plongée dans le liquide, si l'on vient à plonger l'autre, il se produit un courant au moment de l'immersion. J'ajouterai qu'on obtient un effet électrique du même genre au moment où l'on retire l'une des électrodes du liquide : il se produit alors un faible courant d'émersion, et je crois pouvoir énoncer une relation simple entre ces trois espèces de courants :

» *Le courant produit par l'immersion est de sens contraire à celui que produit le mouvement; le courant d'émersion est de même sens que le courant de mouvement.*

» Ainsi, lorsqu'on plonge un fil de platine bien dépolarisé dans de l'eau acidulée, le fil s'électrise positivement au moment de l'immersion; il devient négatif pendant son mouvement dans le liquide, et il devient encore négatif au moment où on le retire de ce liquide. Le même fil de platine s'électrise négativement au moment où on le plonge dans l'eau contenant en dissolution du sel marin ($\frac{1}{60}$), il devient positif pendant son mouvement dans le liquide, et il devient encore positif au moment où il sort de ce liquide. Les mêmes effets s'obtiennent avec de l'or pur (³).

» Un fil d'argent fraîchement amalgamé donne dans l'eau acidulée les mêmes effets, quant à leur sens, que le platine et l'or, seulement les effets sont plus intenses. Dans l'eau salée, l'argent amalgamé se comporte comme dans l'eau acidulée, contrairement à ce qui se passe avec le platine et l'or.

» 1. Pour faire ces expériences, on se sert de deux fils de platine, d'or,

---

(¹) Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. Jamin à la Sorbonne.

(²) *Annales de Chimie et de Physique* (3), t. XLIV, p. 401; 1855.

(³) Je dois à l'obligeance de M. Debray les deux électrodes d'or pur avec lequelles j'ai expérimenté.

ou d'argent amalgamé, soudés dans du verre. Les deux fils plongent dans deux verres communiquant entre eux par un siphon. Les fils de platine et d'or sont bien lavés à l'acide azotique et portés ensuite au rouge; les fils d'argent sont fraîchement amalgamés. L'eau faiblement acidulée ou salée est préalablement bouillie. (Lorsqu'on opère avec le platine, il vaut mieux employer de l'eau acidulée bien concentrée.) Les deux fils sont mis en communication avec un électromètre de M. Lippmann. Cet instrument peut seul être employé dans ce genre d'expériences : d'abord on évite la polarisation de l'un des fils par l'autre, par celui que l'on remue; en outre, l'extrême sensibilité de l'instrument permet d'observer tous les états électriques successifs par lesquels passe un fil métallique, depuis le moment où on le met en contact avec le liquide jusqu'au moment où on l'en retire. La partie du fil nue est recourbée à angle droit avec le tube de verre dans lequel il est soudé, afin de pouvoir plonger dans le liquide toute sa surface d'un coup et l'en retirer de la même manière. On met dans le circuit une dérivation prise sur un daniell, afin de pouvoir compenser les différences électriques qui existent presque toujours entre deux fils d'un même métal et de pouvoir partir de l'équilibre électrique le plus parfait possible.

» On peut, dans ces expériences, remplacer l'air par un isolant liquide, par de la benzine, par exemple, et, au lieu de passer de l'air dans l'eau acidulée ou salée, passer de la benzine dans celle-ci. On obtient alors les mêmes effets.

» 2. Au cours des expériences, j'avais remarqué que l'éther, laissé quelque temps au contact de l'eau, devenait assez conducteur pour pouvoir servir à produire des courants de mouvement. J'ai remplacé l'eau acidulée par l'éther et le milieu isolant par un milieu dépolarisant : deux fils de zinc, couverts d'un dépôt électrolytique du même métal et amalgamés, plongent l'un dans une solution concentrée de sulfate de zinc, l'autre dans une couche d'éther qui surnage une couche de la même solution. On peut s'assurer qu'au moment où l'on passe du sulfate de zinc dans l'éther [1], le fil s'électrise négativement, qu'il devient positif par le mouvement dans l'éther, et qu'il acquiert une charge positive au moment où l'on repasse dans le sulfate de zinc; cette dernière est immédiatement détruite par l'effet dépolarisant du sulfate.

---

[1] A ce moment, on ouvre une dérivation qui compense la force électromotrice zinc-éther. Dans toutes ces expériences, on s'arrange de manière que l'effet qu'on veut observer détruise et dépasse un effet contraire que tend à produire la compensation.

» 3. La force électromotrice produite par le mouvement est analogue à la force électromotrice de polarisation : elle se détruit immédiatement dans les solutions des sels des métaux avec lesquels on opère; lorsque ces derniers sont chimiquement purs et que les solutions salines sont suffisamment concentrées, les effets de mouvement sont nuls (1). Ainsi, le zinc électrolytique ne donne pas de courant de mouvement dans une solution un peu concentrée de sulfate de zinc; dans une solution étendue du même sel, les effets sont très faibles et la dépolarisation se produit dès qu'on laisse le métal au repos. De même pour le platine dans du chlorure de platine, pour le cuivre dans un sel de cuivre, pour l'argent dans l'azotate d'argent.

» On peut expliquer ces phénomènes par l'hypothèse de M. Helmholtz sur les couches électriques doubles. D'après cette hypothèse, au contact de deux corps hétérogènes, il se forme une couche double, c'est-à-dire un système de deux couches électriques égales et de signes contraires, chaque moitié de la couche étant attachée à l'un des corps en contact. Au moment où l'on plonge le fil dans le liquide, la couche double se forme : de là, un mouvement d'électricité, qui est précisément le courant d'immersion. De même, au moment où le liquide quitte la surface du métal, cette sorte de condensateur moléculaire, dont le métal et le liquide forment les deux armatures, se défait, ses électricités deviennent libres, d'où le courant d'émersion.

» Pendant le mouvement de l'électrode dans le liquide, une partie m de la couche double, celle qui adhère au liquide, ne suit pas le mouvement de l'électrode et reste en quelque sorte en route, parce que le liquide n'est pas infiniment conducteur. Sur l'électrode même, une quantité de fluide contraire à m, qui était dissimulée par celle-ci, est mise en liberté. Il se produit donc, par suite du mouvement de l'électrode, une dissociation partielle du condensateur moléculaire, qui constitue la couche double, et par suite la différence de potentiel sur les armatures augmente; de là, le courant de mouvement (2). Cette explication du courant de mouvement a été déjà donnée par M. Helmholtz (3). »

---

(1) Ce fait a été observé avant moi par M. Blondlot.

(2) Le fait de la non-existence de courant de mouvement, dans les solutions des sels des métaux sur lesquels on opère, peut s'expliquer, dans cette hypothèse, en admettant soit qu'il n'y a pas de couche double en pareil cas, soit que les mouvements d'électricité qui s'y produisent ont lieu tout entiers à l'intérieur de la couche double et ne se font pas sentir au dehors.

(3) *Abhandlungen*, vol. I, p. 909-921.

M. **Edm. Becquerel** rappelle, à propos de la Communication précédente, les expériences très nombreuses qu'il a faites sur cet ordre de phénomènes. cite notamment la production de courants électriques lors du mouvement de corps, comme le platine, l'or et le charbon, dans des liquides qui ne les attaquent pas, courants qui peuvent être rendus constants pendant longtemps quand on entretient le mouvement d'une manière permanente.

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelle pile à oxyde de cuivre*. Note de MM. **F. de Lalande** et **G. Chaperon**, présentée par M. Wurtz.

« La pile à un seul liquide et à dépolarisant solide, que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie, est fondée sur l'emploi simultané de l'oxyde de cuivre, de la potasse caustique et du zinc.

» Pour former avec l'oxyde de cuivre des électrodes dépolarisantes, il suffit de le maintenir en contact avec une lame ou un vase de fer ou de cuivre, constituant le pôle positif de l'élément. D'autres fois, nous agglomérons cet oxyde au moyen d'un ciment d'oxychlorure de magnésium, de manière à en former des plaques solides.

» L'emploi de vases en fer, fonte ou cuivre, qui restent inattaqués par le liquide excitateur, nous permet de construire facilement des éléments à grande surface.

» Le couple oxyde de cuivre, zinc et potasse, comme les piles à dépolarisant solide, présente l'avantage de ne consommer les produits qu'en proportion de son travail. Le zinc amalgamé et l'oxyde de cuivre ne sont en effet nullement attaqués par la solution alcaline. C'est donc une pile de durée.

» Sa force électromotrice est très voisine de 1 volt. Sa résistance intérieure est très faible : on peut l'évaluer à $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ d'ohm, pour des surfaces polaires de 1^{dcq}, séparées l'une de l'autre par une distance de 5^c. Le débit de ces couples est considérable : les petits modèles peuvent donner environ 2 ampères. Les grands modèles donnent couramment 15 à 30 ampères. Deux de ces éléments peuvent remplacer un élément Bunsen de grand modèle.

» Ces éléments jouissent d'une constance très remarquable. On peut dire qu'avec une surface dépolarisante double de celle du zinc, la pile peut travailler sans polarisation notable et presque jusqu'à complet épuisement, dans les conditions même les plus défavorables. La transformation des produits, le changement de l'alcali en zincate alcalin ne font pas varier

sensiblement la résistance intérieure. Cette grande constance est due surtout à la réduction progressive de l'électrode dépolarisante, à l'état de métal très bon conducteur, ce qui augmente singulièrement sa conductibilité et son pouvoir dépolarisant. Le peroxyde de manganèse, qui forme la base d'une pile excellente pour donner un petit débit, possède à l'origine une meilleure conductibilité que l'oxyde de cuivre, mais cette propriété se perd par la réduction et la transformation en oxydes inférieurs. Il s'ensuit que la pile à cuivre peut donner une très grande quantité d'électricité, en travaillant sur de faibles résistances, tandis que, dans ces conditions, les piles au manganèse sont rapidement polarisées.

L'énergie contenue dans la pile à oxyde de cuivre et potasse est bien supérieure à celle que peut emmagasiner un accumulateur du même poids, mais le débit est beaucoup moins rapide. La potasse peut être employée en solutions concentrées à 30, 40, 60 pour 100; la potasse solide peut dissoudre l'oxyde de zinc provenant d'un poids de zinc supérieur au tiers de son propre poids. La quantité d'oxyde de cuivre à employer dépasse, de $\frac{1}{4}$ environ, le poids du zinc qui entre en réaction. Ces données permettent de condenser les produits nécessaires sous un poids relativement faible.

» Les piles à oxyde de cuivre ont donné des résultats intéressants, dans leur application aux téléphones. Pour les auditions théâtrales, elles permettent d'employer la même batterie pendant toute la durée du spectacle, au lieu des quatre ou cinq batteries qui étaient nécessaires. Leur durée est considérable : trois éléments ont pu actionner, d'une façon continue, nuit et jour, des microphones Edison à pastille de charbon, pendant plus de quatre mois, sans affaiblissement sensible.

» Nos éléments travaillent pendant des centaines d'heures sur de faibles résistances, et ce travail peut leur être demandé à un moment quelconque, par exemple plusieurs mois après qu'ils ont été montés. Il faut seulement les protéger, par un couvercle, contre l'action de l'acide carbonique de l'air.

» Nous préférons la potasse à la soude pour les piles ordinaires, malgré son prix et son équivalent plus élevés, parce qu'elle ne donne pas naissance, comme la soude, à des sels grimpants.

» Divers modes de régénération rendent cette pile très économique. Le cuivre réduit absorbe assez facilement l'oxygène, par simple exposition à l'air humide; il peut alors servir de nouveau. Un grillage oxydant produit rapidement le même résultat. Enfin, en traitant la pile épuisée comme un accumulateur, c'est-à-dire en y faisant passer un courant inverse, on ramène

les divers produits à leur état primitif : le cuivre absorbe intégralement l'oxygène, et l'alcali se régénère, pendant que le zinc se dépose; mais l'état spongieux du zinc déposé oblige à le soumettre à une nouvelle manipulation, ou à le recevoir sur un support de mercure.

» Du reste, l'oxyde de cuivre que nous employons, et qui est un déchet des ateliers de laminage et de chaudronnerie destiné à être réduit, ne perd nullement de sa valeur par la réduction dans la pile : la dépolarisation peut donc être considérée comme se faisant à peu près sans frais.

» En résumé, la pile à oxyde de cuivre est une pile de durée et de quantité; par ses propriétés spéciales, elle semble appelée à fonctionner avantageusement dans un grand nombre d'applications. »

CHIMIE. — *Sur la densité de l'oxygène liquide.* Note de M. S. **Wroblewski**, présentée par M. Debray.

« Dans une lettre célèbre adressée il y a six ans à M. Raoul Pictet, M. le Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences a présumé que la densité de l'oxygène solide doit être égale à 1 et que l'oxygène à l'état liquide a à peu près le même chiffre pour sa densité ([1]). M. Offret a essayé depuis de tirer des expériences de M. Pictet la valeur probable de cette densité et il la trouve égale à 0,84 ([2]). Mais malheureusement on ne peut attribuer à ce chiffre aucune certitude, puisque le résultat dépend du calcul de la quantité de l'oxygène qui reste gazeux dans l'obus de l'appareil de M. Pictet. Cette quantité ne peut être calculée même approximativement, puisqu'il manque pour ce calcul premièrement la connaissance exacte des lois qui remplacent les lois de Mariotte et de Gay-Lussac pour l'oxygène, et secondement, ce qui est encore plus important, la connaissance de la distribution de la température dans la masse gazeuse qui se trouve dans la portion non refroidie du tube entre l'oxygène liquide et l'oxygène dans l'obus chauffé à 485° C.

» En comprimant à l'aide du mercure l'oxygène dans un tube de verre, on ne peut pas s'approcher avec le mercure assez près de la partie du tube refroidie contenant l'oxygène liquide, pour pouvoir négliger la quantité de gaz non liquéfiée. Cette quantité ne pouvant pas être calculée exactement, la méthode directe qui consiste à évaluer la densité de l'oxygène li-

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIII, p. 197-199.
([2]) *Ibid.*, t. XIX, p. 274.

quide en mesurant le volume du liquide et la quantité de gaz prise pour l'expérience ne peut pas donner de résultats exacts. Si l'on négligeait la quantité de gaz non liquéfiée, on obtiendrait un chiffre qui est *plus grand* que la densité réelle. Les expériences que j'ai exécutées d'après cette méthode montrent que la densité de l'oxygène liquide doit être *moindre que* 1, puisqu'on obtient des chiffres entre 0,94 et 0,97 qui sont certainement trop grands.

» J'ai imaginé une méthode indirecte qui permet d'obtenir des chiffres beaucoup plus exacts. Le principe de la méthode est le suivant :

» Soit Q_1 la quantité d'oxygène prise pour l'expérience. En le liquéfiant à — 130° C. dans un tube en verre divisé et calibré, on aura

$$Q_1 = v_1 d_1 + q_1,$$

où v_1 et d_1 représentent le volume et la densité de l'oxygène liquide et q_1 la quantité de l'oxygène non liquéfié. En remplissant le même tube avec de l'acide carbonique ou du protoxyde d'azote et en liquéfiant le gaz à 0°, on aura

$$Q_2 = v_2 d_2 + q_2;$$

d'où l'on tire, pour la densité de l'oxygène,

$$d_1 = d_2 \frac{v_2 Q_1}{v_1 Q_2} + \frac{q_2 Q_1 - q_1 Q_2}{v_1 Q_2}.$$

» La pression de liquéfaction de l'oxygène à — 130° et celles de l'acide carbonique et du protoxyde d'azote à 0° étant presque les mêmes, il n'est pas difficile de reconnaître que le membre $\frac{q_2 Q_1 - q_1 Q_2}{v_1 Q_2}$ ne diffère que de très peu de zéro et peut être négligé, et que la méthode, si l'on a choisi convenablement les quantités du gaz et les dimensions du tube, peut donner la densité de l'oxygène avec une grande approximation. Il s'agit seulement de connaître exactement la densité d'un gaz auxiliaire. Or, d'après les recherches faites avec beaucoup de soin par M. Andréeff [1], au laboratoire de M. Bunsen, la densité de l'acide carbonique liquide à 0° en prenant l'eau à 4° C. pour unité est 0,9471 et celle du protoxyde d'azote liquide 0,9370. Pour essayer la méthode, j'ai déterminé la densité du protoxyde d'azote liquide en la comparant avec celle de l'acide carbo-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LVI, p. 317.

nique. Je la trouve égale à 0,9434 au lieu de 0,9370, ce qui donne l'idée de l'exactitude de la méthode.

» En comparant, d'après cette méthode, la densité de l'oxygène liquide avec celle de l'acide carbonique liquide, j'en déduis pour l'oxygène des chiffres qui se trouvent compris entre 0,89 et 0,90. *La valeur la plus probable sera donc* 0,895.

» Les expériences sont faites avec deux tubes différents et avec des quantités différentes de gaz. Voici les nombres fournis par une expérience :

» Quantité de l'acide carbonique $= 179^{cc},8$ à 0° et 760^{mm} ou $0^{gr},35547$.

» Quantité de l'oxygène $= 179^{cc},54$ à 0° et 760^{mm} ou $0^{gr},25667$.

» La longueur de la colonne de l'acide carbonique liquide $= 65^{mm},87$ (nombre proportionnel à v_2).

» La longueur de la colonne de l'oxygène liquide $= 49^{mm},84$ (nombre proportionnel à v_1).

» D'où l'on déduit pour la densité de l'oxygène 0,90.

» Pour voir l'influence du terme négligé, nous avons :

» Le volume de $65^{mm},87$ du tube $= 0^{cc},3479$, la quantité de l'acide carbonique liquéfié $0^{gr},32952$, non liquéfié $0^{gr},02595$.

» Le volume de l'oxygène liquéfié étant $= 0^{cc},26326$, on trouve (avec la valeur ci-dessus de la densité) la quantité de l'oxygène liquéfié $= 0^{gr},23693$, non liquéfié $0^{gr},01974$.

» D'où

$$\frac{q_2 Q_1 - q_1 Q_2}{v_1 Q_2} = \frac{0,02595 \times 0,25667 - 0,01974 \times 0,35547}{0,26326 \times 0,35547} = -0,0038. \text{ »}$$

M. Dumas considère le résultat obtenu par M. Wroblewski comme une confirmation des vues qu'il avait énoncées, en comparant l'oxygène au soufre. Les gaz liquéfiés possèdent des coefficients de dilatation considérables; en abaissant la température de l'oxygène liquide, la densité 0,9 tendrait évidemment vers l'unité. Du reste, le chiffre indiqué par M. Wroblewski correspond lui-même à un volume moléculaire de l'oxygène qui ne s'éloigne pas plus de celui du soufre que la plupart des volumes moléculaires des corps simples de même famille ne diffèrent entre eux.

CHIMIE. — *Sels de protoxyde d'or. Dosage colorimétrique de l'or.* Note de M. AD. CARNOT, présentée par M. Daubrée.

« Je demande la permission de rectifier sur un point, et de compléter sur d'autres, la Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dans sa dernière séance.

» I. L'essai d'un nouveau réducteur m'a donné des résultats que je n'avais pas pu obtenir avec les réactifs précédemment employés. Conduit, comme je l'avais été, à attribuer aux composés hydrogénés une action réductive spéciale sur les sels d'or, j'ai pris une dissolution d'hydrogène phosphoré, obtenue en décomposant par l'eau chlorhydrique le phosphure de calcium et recevant le gaz dans de l'eau pure.

» Cette liqueur, versée peu à peu dans une solution très étendue de chlorure d'or, seule ou additionnée d'acide phosphorique ou d'acide arsénique, y fait apparaître une belle coloration rose. Ce n'est donc pas seulement à un sel complexe de protoxyde d'or et de peroxyde de fer qu'est due cette coloration; mais elle appartient aussi à des sels simples de protoxyde d'or, tels que le phosphate ou l'arséniate.

» La présence de l'oxyde de fer semble seulement donner à ces sels plus de stabilité.

» Ainsi, lorsqu'on cherche à isoler la combinaison en ajoutant un sel étranger dans la liqueur exempte de fer, elle change immédiatement de couleur, devient bleue et donne un faible dépôt bleuâtre, tandis que le sel complexe d'or et de fer forme, dans les mêmes conditions, un véritable précipité de couleur pourpre, qui peut être desséché à 100° sans décomposition apparente.

» II. J'ai annoncé que la coloration donnée aux solutions par les sels de protoxyde d'or pouvait être utilisée pour la recherche quantitative de l'or. Il me reste à justifier cette assertion.

» En opérant comme je l'ai indiqué précédemment, si l'on emploie des doses progressivement croissantes d'or (par exemple : 0, 1, 2, 3, ..., 9, 10 dixièmes de milligramme) et un volume constant de liquide (100^{cc}), on observe que la coloration rose devient de plus en plus foncée. On peut ainsi établir une sorte d'échelle de teintes. Les degrés en sont bien distincts jusqu'à 1^{mm}; au delà on aurait une coloration trop intense, ou bien il faudrait opérer sur une solution plus étendue.

» On traitera de la même façon, et dans une fiole semblable, la dissolu-

tion aurifère à examiner et l'on comparera à la série précédente, en faisant l'observation devant une feuille de papier blanc, de manière à juger auquel des types précédents se rapporte la teinte de la nouvelle liqueur. Il serait inutile d'entrer ici dans de plus longs détails, car l'évaluation colorimétrique doit se faire de la même façon que celle des faibles quantités de cuivre en solution ammoniacale (procédé Leplay).

» Les conditions les plus simples pour préparer des solutions colorées bien comparables entre elles sont les suivantes : ajouter à la solution neutre de chlorure d'or une goutte d'acide chlorhydrique, une ou deux gouttes de perchlorure de fer et quelques gouttes d'acide arsénique étendu d'eau jusqu'à 100^{cc}; ajouter une petite pincée de poudre de zinc et agiter, pour laisser reposer et décanter la solution claire.

» S'il s'agit d'un minerai d'or dont on veut rapidement apprécier la teneur, on en prend de 10^{gr} à 30^{gr}, réduits en poudre très fine, on attaque par l'eau régale, on étend et l'on filtre pour se débarrasser des gangues; puis on évapore la solution jusqu'à sec; on évapore une seconde fois avec un peu d'acide nitrique et l'on calcine au rouge sombre. On reprend par l'eau de chlore qui dissout l'or sans attaquer le peroxyde de fer calciné, et, après expulsion du chlore, on a la liqueur prête pour l'essai colorimétrique.

» Les autres métaux que renferment le plus souvent les minerais d'or, tels que l'antimoine, le cuivre, le zinc, etc., ne font pas obstacle à l'emploi de ce procédé, que je ne recommande d'ailleurs qu'à titre de méthode rapide et approchée et non pas comme susceptible de remplacer les essais par la voie sèche. »

THERMOCHIMIE. — *Sur l'alcoolate de baryte.* Note de M. DE FORCRAND, présentée par M. Berthelot.

« L'alcoolate de baryte a été préparé par M. Berthelot [1] en faisant agir la baryte anhydre sur l'alcool absolu. Je me suis proposé de déterminer la chaleur dégagée dans sa formation.

» Ce composé se détruit très rapidement en présence de l'eau, même à l'air humide, en donnant de l'alcool et de l'hydrate de baryte. Cette réaction est tellement sensible qu'il est presque impossible de l'obtenir exempt d'hydrate. Dans plusieurs préparations faites avec de la baryte

[1] *Bull. Soc. Chim.*, t. VIII, p. 389.

anhydre pure, j'ai trouvé constamment de 68 à 70 pour 100 de BaO, au lieu de 67,4 pour 100 qu'exigerait la formule $C^4H^5BaO^2$, ce qui indique la présence de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{5}$ d'équivalent d'hydrate pour $1^{éq}$ d'alcoolate.

» J'ai dissous ce composé dans un excès d'eau, et calculé la chaleur dégagée en tenant compte de la petite quantité d'hydrate qu'il contenait. J'ai trouvé $+9^{Cal},88$, pour $1^{éq}$ à $+20°$.

» Connaissant la chaleur de dissolution dans l'eau de l'hydrate de baryte et de l'alcool à $+20°$, on en déduit

$$C^4H^6O^2 \text{ liq.} + BaO \text{ sol.} = C^4H^5BaO^2 \text{ sol.} + HO \text{ sol.} \ldots\ldots \quad +7^{Cal},24$$
$$C^4H^6O^2 \text{ liq.} + BaHO^2 \text{ sol.} = C^4H^5BaO^2 \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ sol.} \ldots\ldots \quad -0^{Cal},84$$

» La chaleur dégagée par la réaction de la baryte sur l'alcool est voisine de celle qui se produit avec l'eau H^2O^2, mais un peu plus faible; en effet, la réaction inverse, rapportée aux corps correspondants pris sous des états comparables, donne

$$C^4H^5BaO^2 \text{ sol.} + H^2O^2 \text{ liq.} = C^4H^6O^2 \text{ liq.} + BaHO^2 \text{ sol.} \ldots\ldots \quad +2^{Cal},28$$

» Ces nombres suffisent à expliquer le sens général du phénomène; à partir de l'alcool et de la baryte anhydre, il y a combinaison exothermique; tandis qu'à partir de la baryte hydratée il y aurait une absorption de chaleur de $-2^{Cal},28$, pour former de l'eau *liquide*; c'est donc la réaction inverse qui doit se produire lorsqu'on opère en présence d'une quantité d'eau convenable, résultat conforme à l'expérience.

» En présence d'un excès d'alcool, il faut aussi tenir compte de la dissolution de l'alcoolate dans l'alcool qui est toujours employé en grand excès, et de la formation des alcoolates secondaires analogues à ceux que forme la soude. En effet, cette dissolution dégage $+6^{Cal},25$ pour les proportions $C^4H^5BaO^2 + 7C^4H^6O^2$, qui donnent une dissolution presque saturée; on obtient même $+10^{Cal},00$ pour une plus grande dilution.

» Ainsi la réaction

$$n\,C^4H^6O^2 + BaO \text{ sol.} = C^4H^5BaO^2 \text{ diss. dans } (n-1)\,C^4H^6O^2 + HO \text{ liq. dégage.} \quad +16^{Cal},52$$

» La précipitation de cette dissolution alcoolique d'alcoolate de baryte par une trace d'eau s'explique cependant en tenant compte de la dissociation des alcoolates secondaires et de l'insolubilité de l'hydrate de baryte. En raison de la dissociation des alcoolates secondaires en alcool et alcoolate $C^4H^5BaO^2$ au sein de la liqueur même, dissociation analogue à

celle des hydrates salins en dissolution aqueuse ([1]), il existe toujours quelque dose du composé $C^4H^5BaO^2$; en présence de l'eau, elle se change en hydrate en vertu de la réaction exothermique signalée plus haut ($+ 2^{Cal},3$); cet hydrate étant insoluble s'élimine. Par suite, les alcoolates secondaires n'étant plus en équilibre reproduisent un peu d'alcoolate $C^4H^5BaO^2$, lequel se changera à son tour en hydrate s'il rencontre la quantité d'eau nécessaire, et se précipite. La réaction continue ainsi jusqu'à ce que toute l'eau mise en présence ait été éliminée sous forme d'hydrate de baryte. Ce raisonnement est conforme à celui que M. Berthelot a développé pour un grand nombre de réactions salines ([2]).

» Si l'on compare les nombres précédents à ceux qui ont été déterminés soit pour l'alcoolate de soude, soit pour le glycolate bibasique de soude, soit pour les phénates alcalins ou les sels formés par les acides forts, on trouve :

	Cal
$C^4H^6O^2$ liq. + BaO sol. = $C^4H^5BaO^2$ sol. + HO sol........	+ 7,24
$C^4H^6O^2$ liq. + $BaHO^2$ sol. = $C^4H^5BaO^2$ sol. + H^2O^2 sol.......	− 0,84
$C^4H^6O^2$ liq. + NaO solide. = $C^4H^5NaO^2$ sol. + HO sol.........	+ 17,35
$C^4H^6O^2$ liq. + $NaHO^2$ sol. = $C^4H^5NaO^2$ sol. + H^2O^2 sol.......	+ 0,25
$C^4H^3NaO^6$ sol. + NaO sol. = $C^4H^2Na^2O^6$ sol. + HO sol......	+ 17,27
$C^4H^3NaO^6$ sol. + $NaHO^2$ sol. = $C^4H^2Na^2O^6$ sol. + H^2O^2 sol.....	+ 0,12
$C^{12}H^6O^2$ sol. + KO sol. = $C^{12}H^5KO^2$ sol. + HO sol............	+ 38,2
$C^{12}H^6O^2$ sol. + KHO^2 sol. = $C^{12}H^5KO^2$ sol. + H^2O^2 sol.........	+ 17,7
SO^4H sol. + NaO sol. = SO^4Na sol. + HO sol..............	+ 51,8
SO^4H sol. + $NaHO^2$ sol. = SO^4Na sol. + H^2O^2 sol.............	+ 34,7

» Ce Tableau donne une idée exacte de la stabilité relative des combinaisons métalliques des différents alcools et acides, et de leur décomposition par l'eau ou par les acides; à la condition toutefois de tenir compte des composés secondaires : hydrates, alcoolates secondaires, sels acides, sels basiques, etc., dont la chaleur de formation peut renverser le sens de la réaction, et, dans l'état de dissolution, peut donner lieu à des équilibres. Cet ordre de phénomènes est surtout marqué avec les acides faibles, et les alcools, qui remplissent une fonction analogue. »

([1]) *Essai de Méc. chim.*, t. II, p. 161 et 174.

([2]) *Essai de Mécan. chim.*, t. II, p. 667, 744, 747 et suiv. La précipitation de l'alcoolate de baryte dissous lorsqu'on échauffe la liqueur s'explique de même par la formation d'une dose croissante de l'alcoolate $C^4H^5BaO^2$ aux dépens de l'alcoolate polyalcoolique, dont la dissociation augmente sous l'influence de l'échauffement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'aldéhyde sur le propylglycol.* Note de M. **Arnaud de Gramont**, présentée par M. Wurtz.

« Poids égaux d'aldéhyde et d'isopropylglycol de Wurtz ont été chauffés en tubes scellés, au bain d'huile; au-dessous de 120°, aucune réaction n'a eu lieu; au-dessus de 170°, il y a décomposition et formation de produits empyreumatiques. Après deux journées de chauffe vers 160°, on a distillé le contenu du tube, séparant ce qui passe de 75° à 110°, et l'on a agité avec du chlorure de calcium pour absorber l'eau qui s'est formée dans la réaction de l'aldéhyde sur le propylglycol. Après plusieurs rectifications, on a obtenu un produit bouillant vers 93°, incolore, réfringent, d'une odeur éthérée, peu soluble dans l'eau et moins dense qu'elle. Il ne se solidifie pas dans un mélange de glace et de sel. C'est très probablement un acétal qui serait le propylénacétal, formé d'après l'équation

$$CH^3\text{-}CHO + \begin{array}{l} CH^3 \\ | \\ CH\text{ -}OH \\ | \\ CH^2\text{-}OH \end{array} = H^2O + CH^3\text{-}CH \begin{array}{l} \\ \diagup O\text{-}\overset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{CH}} \\ \diagdown O\text{-}\underset{}{\overset{|}{CH^2}} \end{array}$$

La formule brute du nouveau corps doit donc être $C^5H^{10}O^2$. Trois combustions ont donné des résultats peu satisfaisants, la substance renfermant très probablement un peu de paraldéhyde. La densité de vapeur, prise avec l'appareil Meyer, a donné environ 3,8, tandis que la valeur théorique correspondant à la formule $C^5H^{10}O^2 = 102$ est de 3,52. Ce propylénacétal est saponifié par l'eau suivant la réaction inverse de celle qui lui a donné naissance. Si, en effet, on agite avec de l'eau le produit qui a passé vers 93°-94° et qu'on le laisse ainsi pendant deux jours en secouant de temps en temps, il est facile de constater par la distillation fractionnée la présence dans le liquide d'aldéhyde et d'isopropylglycol (point d'ébullition, 187°).

» Espérant obtenir par un autre procédé l'acétal que je viens de décrire sommairement, j'ai fait réagir l'oxyde de propylène non normal C^3H^6O sur l'aldéhyde en tubes scellés. Jusqu'à 140°, il ne se produit rien; au-dessus de cette température, il y a formation de produits de décomposition bouillant jusqu'au delà de 200° et laissant un résidu charbonneux.

» Ces résultats ont besoin d'être confirmés. Je les fais connaître pour prendre date, et je continue mes recherches au laboratoire de M. Wurtz. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la cinchonamine.* Note de M. **Arnaud**, présentée par MM. Wurtz.

« Dans une Communication précédente sur la cinchonamine ([1]), j'ai étudié les principales propriétés de cet alcaloïde, auquel j'ai attribué la formule $C^{19}H^{24}Az^2O$. C'est le *Remijia purdiana* qui fournit les écorces à cinchonamine, ainsi qu'il résulte des déterminations botaniques de M. Triana ([2]); un autre *Remijia*, le *R. pedunculata*, dont on importe de si grandes quantités sous le nom de *Cuprea*, pour l'extraction du sulfate de quinine, ne renferme pas de cinchonamine, d'après mes recherches et aussi d'après celles de M. Hesse ([3]) : le fait à constater ici, c'est que le *R. purdiana* est caractérisé par la cinchonamine et le *R. pedunculata* par la quinine.

» Quant à l'extraction de la cinchonamine, voici le procédé qui m'a donné les meilleurs résultats : l'écorce finement pulvérisée est épuisée par l'eau acidulée par l'acide sulfurique, la liqueur filtrée bouillante est précipitée par un lait de chaux; le précipité calcaire, séché sur des plaques de plâtre épaisses, est traité par l'éther bouillant dans un appareil à reflux; cet éther se sature de cinchonamine, laissant de côté les matières colorantes résineuses; on le décante chaud et, quand il est froid, on le lave par agitation avec de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique qui s'empare de la cinchonamine. L'éther séparé des liqueurs acides sert de nouveau à épuiser le précipité calcaire. Les eaux acides chargées de chlorhydrate de cinchonamine sont filtrées bouillantes et concentrées au bain-marie jusqu'à cristallisation, afin de ne pas laisser du chlorhydrate en dissolution; il est indispensable que les liqueurs soient très franchement acides. Les cristaux recueillis sont purifiés par une nouvelle cristallisation dans l'eau bouillante acide et par une décoloration par le noir animal. Le chlorhydrate de cinchonamine ainsi obtenu est parfaitement pur. La cinchonamine est préparée à l'aide de ce chlorhydrate par sa précipitation par un excès d'ammoniaque, la base lavée et séchée est dissoute dans l'éther bouillant qui la laisse cristalliser en fines aiguilles par refroidissement.

» Je ne reviendrai pas sur les propriétés générales de la cinchonamine. En ayant obtenu d'une pureté parfaite, j'ai répété mes expériences sur le

---

([1]) Arnaud, *Comptes rendus*, séance du 17 octobre 1881.

([2]) Triana, *Journal de Pharmacie et de Chimie*; mai 1882.

([3]) Hesse, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*; année XVI, vol. I.

pouvoir rotatoire moléculaire de cet alcaloïde en solution dans l'alcool à 97° C. $\alpha_d = +11°10'$ pour $p = 1,038$, $t = 22°$; d'où $[\alpha]_d = 122°,2$.

» Une observation très intéressante sur la cinchonamine a été faite par M. le Dr Laborde [1] qui, dans ses savantes recherches sur l'action physiologique des alcaloïdes des quinquinas, considère la cinchonamine comme un alcaloïde excessivement toxique, même à très faibles doses.

» *Sels de cinchonamine.* — La cinchonamine se combine facilement avec les acides, formant généralement des sels bien cristallisés et peu solubles dans l'eau, surtout en présence d'un excès d'acide. Ces sels se dissolvent bien dans l'alcool chaud, cristallisant par refroidissement de ce dissolvant avec plus de facilité que de leurs dissolutions aqueuses.

» *Chlorhydrate.* — Le chlorhydrate de cinchonamine se présente sous deux formes d'aspect différent, selon son mode de préparation; lorsque ce sel cristallise de sa solution aqueuse acide, il est formé de lames prismatiques très brillantes, excessivement minces, très peu solubles dans l'eau acidulée, ne s'effleurissant pas même à 100°. Ce sel, redissous dans l'eau pure, cristallise par refroidissement en prismes aplatis, épais, ternes et opaques, différant essentiellement des cristaux primitifs; ils sont efflorescents et beaucoup plus solubles dans l'eau chaude ou froide. L'explication de ces différences est très simple. Le chlorhydrate qui se dépose d'une liqueur acide a pour formule $C^{19}H^{24}Az^2O, HCl$: c'est le sel anhydre; celui qui se dépose par refroidissement d'une solution aqueuse neutre est le sel hydraté $C^{19}H^{24}Az^2O, HCl, H^2O$. La propriété qu'a ce sel de cristalliser, à l'état anhydre, dans l'eau acidulée, permet de séparer facilement la cinchonamine des autres alcaloïdes qui l'accompagnent dans l'écorce du *R. purdiana*.

» *Bromhydrate.* — Obtenu par la précipitation du sulfate de cinchonamine par un excès de bromure de potassium, c'est un sel peu soluble à froid, beaucoup plus dans l'eau bouillante, cristallisant par refroidissement de cette solution en fines aiguilles, très brillantes, anhydres, répondant à la formule $C^{19}H^{24}Az^2O, HBr$.

» L'*iodhydrate*, $C^{19}H^{24}Az^2O, HI$, est presque insoluble dans l'eau froide; préparé par double décomposition d'un sel de cinchonamine et de l'iodure de potassium en solution chaude, il cristallise en paillettes micacées.

» Le *nitrate*, $C^{19}H^{24}Az^2O, AzO^3H$, cristallise facilement de sa solution alcoolique; peu soluble dans l'alcool froid, beaucoup plus dans l'alcool bouillant qui le laisse se déposer en gros prismes courts, durs, ce sel est insoluble dans l'eau acidulée, un peu soluble dans l'eau pure. Il peut

(1) LABORDE, *Compte rendu de la Société de Biologie*; nos 41 et 42; 1882.

servir à déceler même des traces de cinchonamine. L'acide nitrique ou les nitrates précipitent tous les sels de cinchonamine de leurs solutions aqueuses, étendues ou non; d'abord le précipité paraît floconneux, mais il devient rapidement cristallin. Ces cristaux formés de petits prismes polarisent la lumière. A 15°, 100 parties d'alcool à 94°C. dissolvent $0^{gr},825$ de ce nitrate; 100 parties d'eau pure dissolvent à la même température $0^{gr},200$.

» Le *sulfate*, décrit précédemment, a pour formule $(C^{19}H^{24}Az^2O)^2SO^4H^2$. En ayant préparé de très pur par cristallisation dans l'alcool, j'ai obtenu les résultats suivants relativement au pouvoir rotatoire de ce sel en solution dans l'eau avec une molécule d'acide sulfurique : $\alpha_d = +11°30'$ pour $p = 3 - t = 15°$, d'où $[\alpha]_d = +43°,5$. A la température de 25°C., j'ai obtenu : $[\alpha]_d = +42,2$.

» Le *formiate* cristallise difficilement; je n'ai pu l'obtenir qu'une seule fois en une masse formée de gros cristaux durs et compacts.

» L'*acétate* est très soluble dans l'eau; par évaporation il se dépose à l'état résineux, dans les solutions concentrées aqueuses; il cristallise en rognons transparents déliquescents par évaporation spontanée.

» L'*oxalate* ne paraît pas cristalliser dans l'eau; il se dépose à l'état amorphe résineux.

» Le *tartrate*, $(C^{19}H^{24}Az^2O)^2C^4H^6O^6$, se précipite sous forme de poudre cristalline lorsque, dans une solution bouillante de chlorhydrate de cinchonamine, on ajoute un excès de sel de Seignette. Ces cristaux, formés de petits prismes hexagonaux durs, polarisent la lumière; 100 parties d'eau dissolvent $1^{gr},150$ de ce sel à 15°C.

» Le *malate*, $(C^{19}H^{24}Az^2O)^2C^4H^6O^5,H^2O$, se prépare par double décomposition d'un sel de cinchonamine et du malate neutre d'ammoniaque. Très peu soluble à froid, assez soluble dans l'eau bouillante, il est formé de très brillantes paillettes d'un bel aspect nacré. Ces cristaux retiennent même à 120° une molécule d'eau qu'ils perdent en fondant à 160°. 100 parties d'eau dissolvent $1^{gr},800$ de malate à 15°C.

» Le *citrate* $(C^{19}H^{24}Az^2O)^2C^6H^8O^7$ s'obtient en neutralisant l'acide citrique par la cinchonamine. Il se dépose à l'état résineux par refroidissement de la liqueur bouillante; mais, du jour au lendemain, ce précipité se transforme en petits rognons parfaitement cristallisés, formés de prismes brillants, polarisant la lumière. 100 parties d'eau dissolvent $1^{gr},950$ de citrate à 16°C. [1]. »

---

[1] Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Chevreul.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle glycérine.* Note de M. **A. Colson**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai décrit, dans une précédente Communication, un tribromure saponifiable par l'eau provenant de l'action du brome sur la vapeur de mésitylène : le produit brut ainsi obtenu, distillé dans le vide, fournit, entre 210° et 225°, un liquide huileux dont la composition répond sensiblement à la formule $C^9H^9Br^3$. Par un froid prolongé cette huile se prend en cristaux qui, purifiés par compression et cristallisations dans l'alcool, fondent à 94°,5, possèdent la composition exprimée par la formule précédente et perdent tout leur brome par l'action de l'eau.

» *Glycérine mésitylénique* $C^6H^3(CH^2.OH)^3$. — A cause de la faiblesse du rendement, j'ai cherché à obtenir la glycérine sans isoler le tribromure. A cet effet, j'ai saponifié le produit brut résultant de l'action du brome sur le mésitylène par vingt-cinq à trente fois son poids d'eau et un excès de carbonate de plomb. Après vingt-quatre heures d'ébullition au réfrigérant ascendant, j'ai concentré au bain-marie sous pression réduite la solution aqueuse préalablement filtrée. Celle-ci, réduite au centième environ, contient la glycérine : il est bon de l'additionner d'un peu d'oxyde d'argent, puis d'un peu d'hydrogène sulfuré pour séparer le bromure de plomb. La solution filtrée, abandonnée dans le vide jusqu'à siccité, laisse un résidu visqueux qui, lavé à l'éther sec, retient encore des corps minéraux. On sépare ceux-ci en dissolvant le résidu dans une petite quantité d'alcool et en ajoutant de l'éther sec. La glycérine reste en solution dans l'éther alcoolisé, mais elle n'est pas encore pure, elle renferme des produits bromés. On lave alors cette glycérine brute au chloroforme bouillant; en reprenant ensuite par une petite quantité d'eau, on dissout la glycérine qui abandonne alors un corps solide bromé.

» Après dessiccation dans le vide, l'alcool triatomique ainsi obtenu se présente sous l'aspect d'un liquide visqueux, insoluble dans l'éther et le chloroforme, très soluble dans l'eau et l'alcool; sa saveur est amère.

» Soumis à l'analyse, il donne les résultats suivants :

	Trouvé pour 100.	Théorie pour 100.
C................	63,33	64,28
H................	7,76	7,24

» *Ethers.* — Cette glycérine, traitée par l'acide bromhydrique fumant,

régénère avec la plus grande facilité le tribromure fusible à 94°. Ce corps est donc bien le triéther $C^6H^3(CH^2Br)^3$, correspondant à la glycérine étudiée.

» L'action de l'acide chlorhydrique sur cette glycérine fournit une huile incolore qui est probablement l'éther trichlorhydrique $C^6H^3(CH^2Cl)^3$: j'ai, en effet, constaté que, dans l'action du chlore sur la vapeur de mésitylène, on obtient un liquide passant dans le vide à 170°-180° et, sous la pression atmosphérique, entre 277° et 284°, avec décomposition partielle dans ce second cas; et que, de plus, ce liquide est identique à la trichlorhydrine de la glycérine mésitylénique; car

	Chlore pour 100.
1° La portion passant entre 277-280, contient........	46,7
» » » 280-284, »	48,05
Le composé $C^6H^3(CH^2Cl)^3$ contient..............	47,60

» 2° Par ébullition avec de l'eau tenant en suspension du carbonate de plomb, les deux portions ci-dessus fournissent un corps amer très soluble qui, traité par l'acide bromhydrique fumant, régénère le tribromure fusible à 94°.

» L'acide acétique cristallisable se combine aussi à la glycérine mésitylénique et donne un produit peu soluble dans l'eau, et sur lequel nous reviendrons quand nous étudierons les éthers mixtes correspondant à cet alcool triatomique.

» *Isomères.* — J'ai dit que les produits bruts provenant de l'action du brome sur le mésitylène donnaient, entre 210° et 225°, un liquide huileux, dont la composition correspondait sensiblement à $C^9H^9Bz^3$. Il s'est donc formé des isomères de la tribromhydrine. J'ai réussi à isoler l'un d'eux. Dans la saponification du produit brut par le carbonate de plomb, si, après évaporation de l'eau, on lave à l'éther ordinaire le mélange de bromure et de carbonate de plomb, l'éther dissout un corps cristallin, qu'il abandonne ensuite par évaporation. Ces cristaux sont solubles dans 55p d'eau bouillante, peu solubles dans l'eau froide, moins solubles encore dans l'éther pur, très solubles dans l'alcool. Ils sont insipides et inodores. Après plusieurs cristallisations dans l'eau, on obtient des paillettes nacrées, fusibles à 126°. Elles ont la composition de la monobromhydrine de la glycérine $C^6H^3\left\{\begin{array}{l}CH^2Br\\CH^2OH\\CH^2OH\end{array}\right.$ ou d'un glycol bromé isomère $C^6H^2Br\left\{\begin{array}{l}CH^3\\CH^2OH\\CH^2OH\end{array}\right.$.

Analyse.

	Trouvé pour 100.	Théorie pour 100.
H..........	4,71	4,76
C..........	46,17	46,74
Br.........	37,5	36,70

» Par ébullition prolongée avec un grand excès d'eau, et même avec une solution de carbonate de potasse, ce corps ne cède pas son brome. En outre, par ébullition avec de l'acide bromhydrique concentré, ce corps donne un tribromure fusible à 81°-82° après cristallisations dans l'alcool. Ce composé ne dérive donc pas de la glycérine, mais d'un glycol bromé $C^6H^2Br\left\{\begin{array}{l}CH^3\\CH^2OH\\CH^2OH\end{array}\right.$, et son éther dibromhydrique $C^6H^2Br\left\{\begin{array}{l}CH^3\\CH^2Br\\CH^2Br\end{array}\right.$, fusible à 81°-82°, est isomère de la tribromhydrine ([1]). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le chauffage par la houille, avec transformation de son azote en ammoniaque.* Note de M. **Scheurer-Kestner.**

« Depuis quelques années, on a cherché à tirer de l'emploi des combustibles minéraux un parti plus avantageux, par la transformation de leur azote en sels ammoniacaux, sans atténuation de leur effet utile. M. Carvès est parvenu à ce résultat dans la fabrication du coke, et des usines anglaises ont réussi à recueillir les vapeurs ammoniacales produites par les hauts-fourneaux alimentés avec de la houille.

» La valeur relativement considérable de l'ammoniaque a suggéré l'idée de remplacer, dans les chauffages en général, l'emploi de la houille par celui du coke et du gaz d'éclairage, afin de réduire la dépense due au combustible par la vente des sels ammoniacaux. Ce sujet a été traité récemment par M. Weldon, à la Société de l'Industrie chimique de Londres. On s'est demandé, cependant, si la perte de calorique due à la préparation préalable du coke ne risquerait pas, dans certains cas, de l'emporter sur l'avantage procuré par la condensation de l'ammoniaque. C'est cette question que je me propose de traiter dans cette Note.

» M. Davis ([2]) s'est livré à des calculs sur les avantages qui résulteraient

---

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Grimaux, à l'École Polytechnique.

([2]) *The Journal of the Society of chemical Industry*, février 1883.

de la substitution du gaz d'éclairage à la houille pour le chauffage domestique, et M. Morrisson (1), discutant une question analogue, rappelle que, d'après un travail de M. Foster, publié au mois de février dernier dans le *Journal of the chemical Society*, la houille, lorsqu'on la distille, est loin de produire une quantité d'ammoniaque équivalente à l'azote du combustible. M. Forster a démontré, au contraire, qu'il reste de l'azote dans le coke et qu'il se dégage de l'azote libre. Les nombres donnés par lui permettent de calculer les avantages dus à la condensation des sels ammoniacaux : il indique la répartition de l'azote de la houille lorsqu'on le soumet à la distillation pour la fabrication du gaz d'éclairage :

14,5	pour 100 passent à l'état	d'ammoniaque,
1,5	» »	de cyanogène,
35,0	» »	d'azote libre,
49,0	pour 100 restent dans le coke,	
100,0	pour 100 d'azote.	

» Je suppose que, par l'emploi d'appareils spéciaux, il soit possible d'utiliser la chaleur de combustion du gaz d'éclairage produit, ainsi que du coke, dans des conditions aussi avantageuses que celles de la houille. Il est évident que la chaleur de combustion de la houille, perdue par suite de sa transformation en gaz et en coke, doit rester au-dessous de la valeur de l'ammoniaque produite, si l'opération est réellement avantageuse. Or cette condition n'est remplie, comme on va le voir, que lorsque le prix de revient de la calorie dans la houille est suffisamment bas, c'est-à-dire dans les pays seulement où le combustible est à bas prix.

» Dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut se baser que sur des moyennes. J'admettrai que la composition du gaz d'éclairage soit celle qui se trouve indiquée dans le *Dictionnaire de Chimie* de M. Wurtz, sous la rubrique *Gaz de bonne qualité;* que la houille employée produise 28^{mc} de gaz pour 100^{kg}, et 70 pour 100 de coke, renfermant 20 pour 100 de cendres; que sa chaleur de combustion soit de 7500^{cal}, avec 14 pour 100 de cendres (8720^{cal} pour la houille pure); qu'elle renferme enfin $1\frac{1}{2}$ pour 100 d'azote, et que sa répartition de ce corps dans les produits obtenus soit conforme à celle qu'indique M. Foster. Le calcul, en partant de ces données, conduit aux résultats suivants :

(1) *The Journal of the Society of chemical Industry*, mai 1883.

	Composition du gaz en centièmes.	Poids du litre des gaz à 0°.	Poids des gaz pour 100^{lit} à 0°.	Chaleur de combustion en calories (Favre et Silb.).	Calories développées par la combustion de 100^{lit}.
Éthylène........	3,8	1,254	4,765	11858	56,503
Gaz des marais...	32,8	0,716	23,485	13063	306,784
Oxyde de carbone.	12,9	1,254	16,176	2403	38,870
Acide carbonique..	0,3	1,977	0,573	»	»
Hydrogène......	50,2	0,08958	4,496	34600	155,561
	100,0		49,495		557,718

» Donc, 100^{lit} de gaz d'éclairage développent, pendant leur combustion, $557^{cal},718$; comme leur poids est de $49^{gr},495$, il en résulte que 1^{kg} de gaz d'éclairage à 0° développera $\left(\frac{557,718 \times 1000}{49,495}\right)$ 11268^{cal}.

» D'un autre côté, 1^{kg} de houille, produisant 280^{lit} de gaz ou $138^{gr},586$ $\left(\frac{49^{gr},495}{100} \times 280\right)$, il en résulte que le gaz d'éclairage produit par 1^{kg} de houille développera, par sa combustion, $1561^{cal},587$ $\left(138^{gr},586 \times \frac{11268^{cal}}{100}\right)$.

» Le même kilogramme de houille a produit 700^{gr} de coke, renfermant 20 pour 100 de cendres, soit 560^{gr} de coke pur, dont la chaleur de combustion est représentée par 8080^{cal}; 560^{gr} développeront, pendant leur combustion, $4524^{cal}(0,560 \times 8080)$.

» 1^{kg} de houille transformé en coke et gaz d'éclairage perd donc 1415^{cal} ou 19,3 pour 100, $[7500^{cal} - (4524 + 1561) = 1415]$.

» Il reste à examiner si l'ammoniaque condensée pendant la distillation de la houille est d'une valeur suffisante pour compenser cette perte de calorique et produire un bénéfice. Nous avons vu que, d'après M. Foster, $\frac{1}{7}$ seulement de l'azote contenu dans la houille est transformé en ammoniaque. D'après M. Armour (¹), une tonne de houille de Broomhill ne donne que $9^{kg},060$ de sulfate d'ammoniaque (20 *lobs*) $= 2^{kg},200$ d'azote dans les fours à coke. M. Jameson (*ibid.*), en indique moins encore (15 *lobs* au lieu de 20). Ces indications ne sont pas très éloignées de celles de M. Foster, quoique les résultats proviennent les uns de fours à coke et les autres de fours à gaz; mais, MM. Armour et Jameson n'ayant pas indiqué la teneur de la houille en azote, on est réduit à des conjectures. Il semble toujours résulter de ces nombres que la houille ne produit guère plus de 2 à 3 mil-

(¹) *The Journal of the Society of chemical Industry*, mai 1883.

lièmes d'ammoniaque. J'admets, avec M. Foster, que 14 centièmes de l'azote se transforment en ammoniaque.

» 1^{kg} de houille renfermant, suivant ce que j'ai admis, 15^{gr} d'azote fourniront $2^{gr},100$ de ce gaz à l'état d'ammoniaque, ou $2^{gr},550$ d'ammoniaque, ou encore $8^{gr},550$ de sulfate d'ammoniaque. Le sulfate d'ammoniaque valant $0^{fr},50$ le kilogramme représente, par kilogramme de houillle distillée, $0^{fr},004275$ (ou $4^{fr},27$ par tonne).

» On perd donc 1415^{cal} et l'on gagne $0^{fr},004275$ (frais de transformation à déduire, mais je les néglige dans ces calculs parce que je n'en connais pas les éléments).

» En d'autres termes, lorsque le prix de la houille atteint $22^{fr},65$ la tonne, la condensation des sels ammoniacaux ne procure aucun avantage :

$$\frac{7500^{cal} \times 0^{fr},004275}{1415^{cal}} = 0^{fr},02265 \text{ par kilogramme.}$$

Lorsque le prix du combustible s'abaisse à 15^{fr} la tonne, la fabrication des sels ammoniacaux donne un bénéfice brut de $1^{fr},44$ par tonne, dont il faut déduire les frais de fabrication du gaz d'éclairage, pour arriver au bénéfice net :

$$\frac{1415^{cal} \times 15^{fr}}{1000} : 7500 = 0,00283$$

et

$$0,00427 - 0,00283 = 0,00144.$$

» Ces résultats sont bien inférieurs à ce qu'on espérait d'abord d'une pareille modification dans les moyens de chauffage, lorsque le prix du combustible n'est pas très bas, car moins il est élevé, moins la perte due au développement inutile des 1415^{cal} est considérable. Il est probable que les frais de fabrication afférents à la transformation de la houille, en coke et gaz d'éclairage, ne permettraient pas cette opération avec du combustible ne coûtant même que 10^{fr} par tonne. En effet, l'avantage résultant de la production des sels ammoniacaux ne représenterait, dans ces conditions, que 4^{fr} par tonne de houille, ou à peine 1 centime et demi par mètre cube de gaz d'éclairage. A plus forte raison, ne peut-on espérer une économie à réaliser avec des fours à coke ordinaires, où le nombre des calories perdues est beaucoup plus considérable [1]. »

---

[1] Dans les calculs de M. Davis et de M. Morrison (*loc. cit.*), la chaleur de combustion du gaz d'éclairage est évaluée à un nombre trop élevé. M. Davis, au lieu de se servir de la chaleur de combustion des composants, se borne à l'établir par l'addition de la chaleur de

PHYSIOLOGIE. — *Contribution à l'histoire du développement du cœur.* Note de M. G. Assaky, présentée par M. Vulpian.

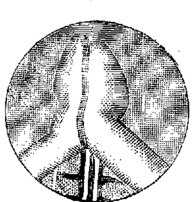
« Les recherches que je poursuis actuellement sur le développement du cœur et de la fibre musculaire cardiaque me permettent d'avancer les faits suivants.

» I. Le premier rudiment du cœur paraît être double, ainsi que tendent d'ailleurs à l'établir les travaux de Dareste, Hensen, Sappey, Kolliker, His, Gasser, Allen Tomson, etc.

» Lorsqu'on examine par la face ventrale le cœur d'un embryon de poulet au bout de quarante-deux heures d'incubation, il n'est pas rare de constater que sa cavité est séparée en deux moitiés symétriques, par une cloison médiane qui commence, en arrière, au point d'abouchement des veines omphalo-mésentériques, traverse la portion ventriculaire et va se perdre, en avant, avec la portion bulbaire du cœur, au moment où celle-ci plonge vers les parties profondes (*fig.* 1, *d'après une photographie microscopique*).

» Cette cloison, qui suit la direction générale du cœur et décrit, par rapport à l'axe médullaire, une courbe à convexité droite, n'offre pas

Fig. 1.



toujours les mêmes caractères d'épaisseur et de continuité. Elle est parfois interrompue dans son trajet, et la solution de continuité porte alors sur la portion ventriculaire proprement dite. En avant, il reste un vestige de cloison qui se prolonge du côté du bulbe artériel, et l'on trouve, d'autre part, dans la région des veines omphalo-mésentériques, un éperon plus ou moins saillant.

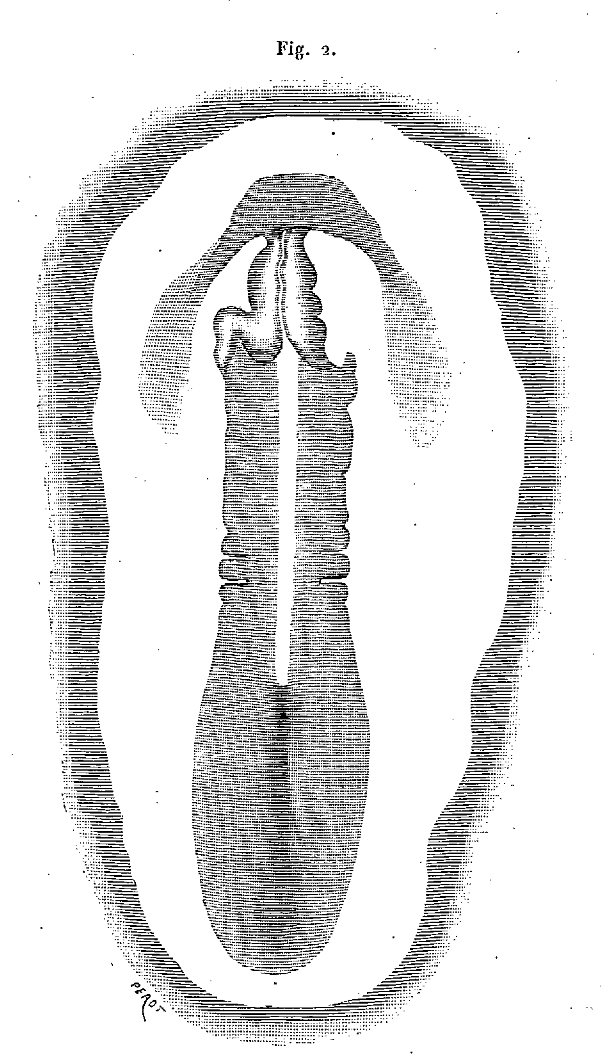
---

combustion du carbone et de l'hydrogène. Il arrive ainsi au nombre de 12233^{cal}, tandis que le calcul fait d'après les nombres obtenus par Favre et Silbermann, pour les différents composés gazeux, donne une différence de 783^{cal} ou de 6,4 pour 100. M. Morrison a admis arbitrairement 18000 unités de chaleur pour le gaz d'éclairage, dépassant ainsi la réalité de plus de 40 pour 100. Aussi ces conclusions sont-elles à rectifier.

» Chez un embryon de poulet, mesurant environ $3^{mm},5$ de long, qui ne possédait pas encore trois proto-vertèbres nettement différenciées, et dont le développement général correspondait à celui qu'atteignent les embryons de la même espèce au commencement du deuxième jour de l'évolution, j'ai vu deux vaisseaux incurvés et absolument distincts remplacer le cœur.

» La *fig.* 2 donne les principaux traits de l'organisation extérieure de

Fig. 2.



cet embryon vu par la face ventrale; elle représente très exactement les deux vaisseaux cardiaques.

» Ne semble-t-il pas que la cloison médiane des embryons âgés de 42^h

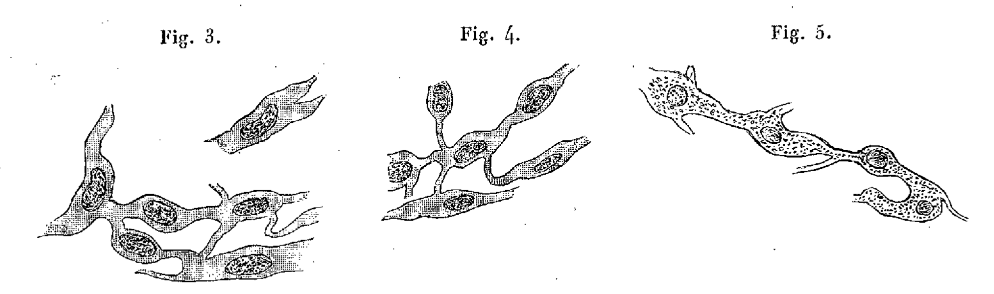
soit le résultat de la coalescence des deux vaisseaux cardiaques primitifs que représente la *fig.* 2? Cette hypothèse paraît d'autant plus probable que cette cloison n'a qu'une résistance transitoire, qu'elle disparaît bientôt, par résorption sans doute.

» II. Le myocarde est constitué au début par des cellules anastomosées en réseau; les fibrilles musculaires naissent par génération endo-cellulaire.

» Chez l'embryon de poulet au deuxième jour de l'incubation, on voit partir du protoplasma clair et homogène qui constitue le corps de ces cellules des prolongements qui se rendent aux cellules voisines. Ces prolongements, que la dissociation peut seule mettre en évidence, n'ont dans les premiers temps aucune direction déterminée et ils se présentent avec des dimensions qui varient avec l'écartement qu'on a artificiellement imposé aux cellules. Une dissociation poussée trop loin rompt ces connectifs et donne aux cellules une forme générale allongée. Les cellules musculaires du deuxième jour sont pourvues d'un noyau volumineux, allongé, granuleux (*fig.* 3, *ocul.* 1, *obj.* 10 *à immersion de Verick*).

» Chez l'embryon du troisième jour, les cellules et les noyaux conservent à peu près les mêmes caractères, sauf cependant que le protoplasma paraît un peu moins clair et moins homogène (*fig.* 4).

Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.

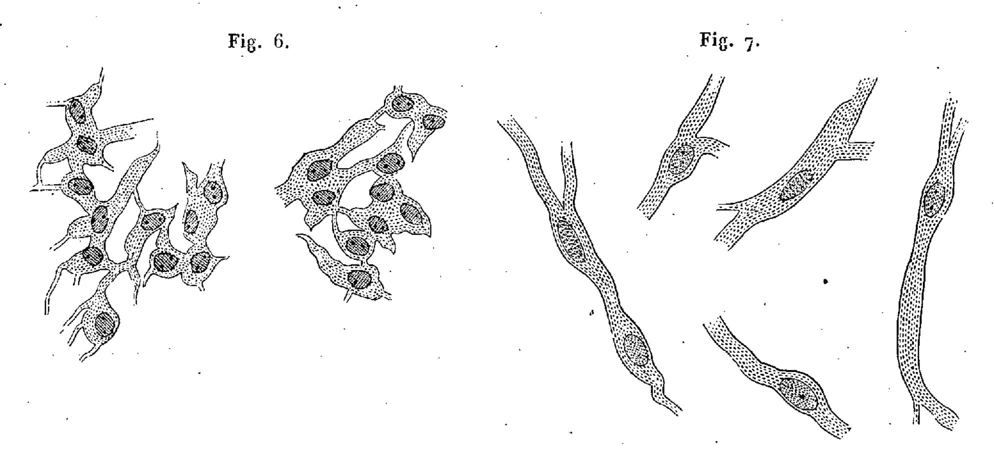


» Au quatrième jour, le protoplasma prend un aspect granuleux irrégulier, les noyaux ont une forme arrondie, ils possèdent un ou deux nucléoles manifestes et leur volume équivaut à celui de la moitié des noyaux du deuxième jour (*fig.* 5).

» Au cinquième jour de l'incubation, les cellules musculaires présentent une striation longitudinale très marquée. Lorsque les cellules n'ont pas été écartées, l'état strié se continue d'une cellule à l'autre sans solution apparente de continuité; lorsqu'au contraire les cellules ne sont plus juxtaposées, les stries des prolongements rétablissent seules les connexions. Les

noyaux sont ovalaires et contiennent en général deux nucléoles brillants (*fig.* 6).

» Chez l'embryon humain de la huitième semaine, les cellules allongées, munies d'un noyau nucléolé, sont parcourues d'une striation longitudinale qu'on retrouve dans toutes leurs ramifications, fait constaté déjà par M. Ch. Robin (*fig.* 7).



» III. Les cellules musculaires du cœur reconnaissent, selon toute probabilité, pour origine des cellules migratrices du feuillet moyen.

» M. Ch. Rouget a montré que les éléments contractiles de la tunique musculaire des vaisseaux sanguins proviennent, chez les larves de Batraciens, de cellules amiboïdes qui sont venues se fixer à la paroi endothéliale, que ces cellules deviennent le point de départ de ramifications anastomotiques qui couvrent bientôt toute l'étendue du vaisseau et relient en un réseau continu les cellules erratiques et leurs prolongements. Un observateur allemand, M. Selenka (d'Erlangen), a confirmé les recherches de M. Rouget en montrant que la tunique musculaire de l'intestin des embryons d'Holothurie se développe de la même façon.

» Il nous paraît d'autant plus probable que la couche musculaire du segment vasculaire cardiaque suit dans son évolution le processus qui préside au développement de la même tunique dans le reste de l'appareil vasculaire, que les cellules musculaires de l'embryon de poulet au deuxième jour rappellent au plus haut degré, par leurs caractères physiques, les cellules amiboïdes libres de la même époque. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Echinodermes. Sur l'organisation des Crinoïdes.* Note de M. **Edm. Perrier**, présentée par M. de Quatrefages.

« Au cours de recherches qui datent déjà de plusieurs années, j'avais été conduit, relativement à l'organisation des bras des Comatules, à des résultats assez différents de ceux qui avaient été annoncés par William Carpenter, et qui ont été depuis retrouvés et diversement interprétés par Herbert Carpenter, Greef, Tauber, Ludwig et quelques autres observateurs. En raison des facilités particulières qu'ils offraient à l'étude, j'avais fait principalement mes recherches sur des individus très jeunes, ou sur des bras en voie de rédintégration; c'était, au contraire, sur des individus adultes et souvent en pleine production qu'avaient principalement porté les recherches des anatomistes que je viens de citer. Il était dès lors probable que les divergences qui existaient entre mes résultats primitifs et les leurs devaient tenir à ce que l'organisation des bras des Crinoïdes éprouve avec l'âge des modifications importantes. D'autre part, il existe encore de sérieuses divergences entre les conclusions auxquelles se sont arrêtés les divers observateurs; et les publications de Ludwig ont répandu récemment, relativement aux Échinodermes, des idées qui demandent à être rectifiées sur beaucoup de points, idées que nous croyons avoir démontré être inexactes, en ce qui touche l'appareil circulatoire des Oursins et des Étoiles de mer, et qui rendraient toute homologie très difficile à établir dans le groupe des Échinodermes, si on les admettait pour les Crinoïdes. C'est ce qui nous a conduit à reprendre l'étude du développement et de l'organisation des Comatules, depuis le moment où leur larve se fixe jusqu'à l'état adulte.

» Obligé d'interrompre momentanément ces études, pendant mon voyage à bord du *Talisman*, je demande à l'Académie la permission de lui communiquer les principaux résultats auxquels je crois être arrivé.

» Ludwig a décrit, chez les Comatules, un appareil circulatoire compliqué, dont le centre serait un organe particulier, qu'on appelle tantôt le *cœur*, tantôt l'*organe dorsal*, et qui serait un plexus vasculaire correspondant au prétendu *cœur* des Étoiles de mer, des Oursins et des Ophiures. L'un des premiers, M. Jourdain a émis des doutes sur la nature de l'organe considéré comme un cœur chez les Étoiles de mer; j'ai démontré que chez les Oursins et les Étoiles de mer cet organe avait une structure glandulaire, résultat qu'ont confirmé les recherches récentes sur les Ophiures et les Oursins. L'organe dorsal des Crinoïdes a la même structure que le pré-

tendu cœur des autres Échinodermes : il doit être, comme lui, désigné sous le nom de *glande ovoïde*. Les vaisseaux qui paraissent en partir ne sont autre chose que des ramifications de la glande, se terminant d'ordinaire par des renflements ayant l'aspect de culs-de-sac. Ces ramifications courent au milieu des innombrables trabécules de tissu conjonctif de la cavité générale, qui peuvent eux-mêmes parfois prendre l'apparence des vaisseaux. Chez les Comatules, à la phase pentacrinoïde et à la phase de cystidé, la glande ovoïde existe déjà; c'est un corps fusiforme plein, allant du cercle oral au pédoncule dont il continue le cordon axial. Ce corps n'émet aucune ramification : il ne saurait, par conséquent, être question à ce moment d'appareil vasculaire. Le corps ovoïde s'implante, chez la Comatule adulte, sur l'un des planchers horizontaux de l'*organe cloisonné*.

» Le nom donné à cet organe d'apparence singulière indique qu'on ne sait à peu près rien de son rôle physiologique. Ce rôle doit être cependant fort important, car l'organe cloisonné, dont existent à peine les rudiments pendant les phases de cystidé, se développe à mesure que la Comatule acquiert des bras et des cirrhes, et demeure en rapport avec toutes ces parties par l'intermédiaire de cordons fibro-cellulaires qui occupent l'axe de la partie calcaire des cirrhes et des bras. La détermination de la nature de ces cordons peut servir à établir la nature de l'organe cloisonné lui-même. William et Herbert Carpenter voient dans ces cordons le système nerveux; Ludwig les désigne simplement sous le nom de *cordons fibreux*, et le système nerveux n'est pour lui qu'une simple modification de l'épithélium de la gouttière ambulacraire.

» J'ai pu constater non seulement que les cordons fibro-cellulaires dont il s'agit émettent les ramifications qui ont tout l'aspect de véritables nerfs, comme l'ont vu W. et H. Carpenter, mais encore que, partout où il existe des muscles, ces muscles sont nettement en rapport avec des ramifications du cordon fibreux. Ces ramifications se divisent en un grand nombre de fils; leurs derniers rameaux aboutissent à des cellules étoilées, dont chacune se prolonge en une fibre musculaire. Des ramifications de ce genre sont également en rapport avec les fibres que contiennent les tentacules ambulacraires et dont un grand nombre se tiennent dans les papilles sensitives de ces tentacules que Ludwig considère à tort comme creuses.

» Cette double connexion des cordons axiaux des bras et les cirrhes avec les organes de la sensibilité et ceux du mouvement confirment l'opinion émise par les savants anglais. Mais il faut ajouter que les cellules étoilées, qui forment le revêtement extérieur des cordons, sont elles-mêmes

en rapport avec les cellules de tissu conjonctif qui emplissent tout l'intervalle des trabécules calcaires du squelette de l'animal, cellules qui forment elles-mêmes un réseau continu dont les dernières mailles sont en rapport avec les cellules de l'épithélium des bras.

» En raison des liens étroits qui existent entre tous les tissus de l'animal, le système nerveux demeure donc dans un état d'indifférenciation remarquable. Quoi qu'il en soit, si l'on admet que les cordons axiaux des cirrhes et des bras sont, comme l'indique leurs connexions anatomiques, des dépendances du système nerveux, l'organe cloisonné doit être considéré comme la partie centrale de ce système chez les Crinoïdes, conclusions importantes et dont nous nous réservons de développer plus tard les conséquences morphologiques.

» Dans les parties des bras en voie de formation, le tissu du cordon axial ne se distingue pas des trois cellules jaunes qui l'environnent. C'est par leur extrémité libre que les bras s'accroissent en longueur. Il existe là une sorte de bourgeon terminal, qui ne tend pas à se diviser en deux parties d'abord identiques entre elles; l'une de ces parties s'accroît rapidement et devient une pinnule; l'autre s'allonge plus lentement, se divise de nouveau : la moitié opposée à la pinnule nouvellement formée devient à son tour une pinnule, et le bourgeon compris entre les deux pinnules continue, jusqu'à la fin de l'accroissement, ce mode de division. Il résulte de là que la structure du bras et celle des pinnules sont d'abord identiques. Si la pinnule continue son évolution, elle devient une ramification des bras, et l'on s'explique ainsi le mode de structure des Comatules multistylées. Quand la pinnule s'arrête dans son évolution, elle paraît n'être qu'un simple appendice; elle présente un canal ambulacraire et au-dessous de lui une cavité générale, ordinairement divisée en deux chambres très inégales par une cloison transversale. Cette structure est aussi celle des bras très jeunes, où la chambre inférieure est extrêmement petite. Quand se développe l'appareil génital, cette structure se complique. La grande chambre de la cavité générale se divise de nouveau en trois cavités, par l'apparition d'un plancher horizontal et d'un plancher vertical. Au point de jonction de ces deux planchers, se trouve un canal occupé en grande partie par le rachis génital, dont les ramifications dans les pinnules deviennent les ovaires ou les testicules. J'ai pu suivre toutes ces modifications et je me propose de les faire prochainement connaître dans tous leurs détails. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Structure et texture de la rate chez l'*Anguilla communis. Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La facilité avec laquelle on peut faire pénétrer par le cœur les injections vasculaires chez l'Anguille, la disposition particulière du réticulum et de ses éléments anatomiques permettent d'observer mieux que chez d'autres poissons osseux la structure et la texture de la rate.

» Cet organe situé sur le côté droit de l'estomac, en arrière de l'anse formée par l'intestin, a la forme d'un prisme triangulaire effilé en pointe à ses deux extrémités. Il reçoit le plus souvent deux artères fournies la supérieure par l'artère intestinale, l'inférieure plus grêle par la gastro-intestinale. Trois ou quatre veines efférentes se jettent presque à angle droit dans la veine-porte.

» Les artères pénètrent par le bord droit et se divisent immédiatement en trois ou quatre branches principales qui se disposent en éventail et se recourbent vers les extrémités en fournissant à droite et à gauche de nombreuses petites branches qui se terminent par un bouquet de rameaux très ténus.

» Les veines ne suivent pas le trajet des artères qu'elles croisent à angle aigu, mais elles ont le même mode de distribution.

» Ces vaisseaux sont contenus dans l'épaisseur de deux feuillets mésentériques très résistants qui s'étendent de l'intestin au bord droit.

» A leur entrée dans la rate, les artères spléniques ont $\frac{1}{2}$ millimètre environ de diamètre; au niveau du bouquet terminal, elles n'ont plus que $0^{mm},02$.

» Réduites à ces dimensions, ces branches parcourent un trajet légèrement sinueux et diminuent progressivement sur une longueur de $0^{mm},4$ jusqu'à $0^{mm},01$, en donnant à droite et à gauche des rameaux très fins qui se terminent en s'ouvrant dans le réticulum. La texture de leur paroi se modifie ainsi qu'il suit : la couche conjonctive qui sur les troncs de 0,08 de diamètre forme les $\frac{2}{3}$ de l'épaisseur de la paroi et constituée par le réticulum condensé dont les lames s'orientent dans le sens de la longueur du vaisseau a disparu peu à peu et ne se distingue plus du réticulum avec lequel elle se confond. Des deux couches musculaires, l'interne longitudinale persiste seule sur les rameaux terminaux et sur le tronc qui les fournit. Ces rameaux terminaux, dont le diamètre est de $0^{mm},003$ à $0^{mm},004$, s'ouvrent en s'évasant légèrement après un trajet rectiligne de

$0^{mm},03$ à $0^{mm},04$ par continuation directe de leur paroi musculaire avec les fibres du réticulum sur lesquelles elles finissent en mourant. Ces terminaisons artérielles sont très distinctes sur les préparations obtenues après injection vasculaire de nitrate d'argent à $\frac{1}{300}$ et durcissement par la gomme et l'alcool, ainsi que sur celles colorée à l'hématoxyline qui fait apparaître nettement les noyaux des fibres lisses.

» Les veines naissent par des rameaux de $0^{mm},015$ de diamètre qui, après un court trajet, se réunissent à angle aigu par deux ou trois pour former des branches de $0^{mm},025$ qui eux-mêmes par leur réunion donnent naissance à des troncs plus volumineux. Souvent aussi ces veines originelles se jettent directement et à angle droit dans des troncs de $0^{m},04$ et même de $0^{m},1$.

» Leur paroi est constituée par une membrane conjonctive très mince légèrement granuleuse, recouverte çà et là de noyaux arrondis réfringents, percée de quatre à cinq orifices peu éloignés les uns des autres dont les grands diamètres de $0^{mm},005$ à $0^{mm},01$ sont inclinés obliquement les uns par rapport aux autres. A l'extrémité libre cette paroi se subdivise en trois à quatre tractus qui se continuent avec les trabécules de la pulpe en laissant la lumière de la veine largement béante. Continuation directe, même texture, mêmes noyaux, on a là une partie du réticulum lui-même qui s'est canalisé par rétrécissement, diminution, puis disparition des orifices faisant communiquer les mailles pour constituer les veines proprement dites. Cette couche conjonctive est doublée intérieurement d'un endothélium à mailles allongées dont les limites apparaissent nettement après injection interstitielle de nitrate d'argent à $\frac{1}{300}$. Une couche annulaire de fibres lisses rendues aussi distinctes par l'injection interstitielle d'argent commence à entourer les veines dont le diamètre atteint $0^{mm},04$ et enfin une couche conjonctive peu épaisse formée des mêmes éléments que celle des artères se montre sur les troncs plus volumineux. Dans tout leur parcours, le diamètre des veines est au moins double de celui des artères.

» La rate est entourée d'une capsule conjonctive très mince tapissée par un endothélium à cellules polygonales de $0^{mm},015$ de diamètre, possédant un noyau arrondi réfringent de $0^{mm},005$. Au point de pénétration des vaisseaux, cette capsule se confond avec leur couche conjonctive.

» La pulpe splénique est essentiellement constituée par des lamelles conjonctives de dimensions variables très minces, hyalines, s'anastomosant les unes avec les autres au moyen de trabécules déliées ou s'insérant à angle droit sur des lamelles voisines. A la périphérie de l'organe, ces lamelles naissent perpendiculairement et dans tous les sens de la capsule,

ce qui donne à cette membrane d'enveloppe vue par sa face interne l'aspect d'un gâteau de miel à cellules irrégulières. Sur les vaisseaux, le réticulum s'insère directement sur la couche externe sans modification dans le nombre et la disposition de ses éléments. Chez la carpe, au contraire, les points d'union entre le réticulum et les artères sont peu nombreux : il existe tout autour du vaisseau un espace analogue à une gaine lymphatique, traversé seulement par quelques brides fibreuses.

» Les éléments propres de la pulpe sont facilement isolables. Après les injections d'eau salée ou de nitrate d'argent à $\frac{1}{300}$, les globules sanguins sont en grande partie éliminés, et il suffit d'une action légère du pinceau ou d'une agitation dans l'eau pour en débarrasser complètement les coupes minces. Dans ces conditions, ces éléments propres se présentent sous la forme de noyaux arrondis de $0^{mm},002$ à $0^{mm},003$ de diamètre réfringents, se colorant facilement par les différents réactifs (picro-carmin, hématoxyline, etc.) et entourés d'une zone irrégulière mal limitée de protoplasma coloré en rose par le picro-carmin et le carmin. Ce protoplasma est en certains points rempli de granulations sphériques, légèrement jaunâtres, très brillantes quand on éloigne et obscures quand on rapproche l'objectif. Ces noyaux sont rarement isolés et le plus souvent on en rencontre quatre, cinq ou six et même un plus grand nombre sur une même lamelle, quelquefois accolés deux à deux dont un plus petit semble avoir été produit par division d'un noyau ovalaire plus volumineux. On trouve çà et là quelques-uns de ces noyaux entourés d'une zone de protoplasma coloré en rose par le picro-carmin, limitée par un contour simple pour former une cellule plus ou moins ovalaire dont le grand diamètre peut atteindre $0^{mm},006$ [1]. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Recherches physiologiques sur la sécrétion des glandes de Morren du* Lumbricus terrestris. Note de M. **Ch. Robinet**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les deux dernières paires des glandes de Morren du *Lumbricus terrestris* contiennent dans leur cavité une sérosité transparente, qui tient en suspension de nombreuses granulations provenant des cellules sécrétantes.

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Besançon.

L'aspect de cet ensemble rappelle au microscope l'apparence que présente un précipité récent d'un sel calcique.

» Si on laisse dessécher une préparation de cette sécrétion, les globules observés au microscope conservent la même forme et la même apparence que dans la glande elle-même. Si l'on chauffe jusqu'à dessiccation complète, on voit les granulations persister avec les mêmes caractères et résister même à des températures élevées. Il ne s'agit donc pas d'une substance organique, mais d'un corps minéral, solide, sur lequel j'ai fait porter mes analyses.

» Les granulations se dissolvent dans l'acide acétique avec effervescence; la solution neutralisée donne, avec l'oxalate d'ammoniaque, un précipité blanc caractéristique. Des expériences de contrôle faites parallèlement sur du carbonate de chaux pur permettent d'affirmer que les granulations sont formées de carbonate de chaux.

» Ces glandes ont donc pour fonction de donner une sécrétion contenant du carbonate de chaux. Ces granulations en ont imposé aux naturalistes qui les ont observées avant nous. Claparède [1] et M. Perrier [2] y ont vu des gouttelettes d'apparence huileuse renfermant un carbonate soluble, faisant effervescence avec l'acide acétique, mais que sa solubilité même ne pouvait permettre de rapporter à la série des sels alcalino-terreux.

» Les observations précédentes se rapportent aux deux paires inférieures de glandes. La première paire contient cinq ou six masses arrondies, amorphes, présentant les réactions du carbonate de chaux.

» Les idées émises sur la physiologie de ces glandes se rattachent aux travaux de Claparède et de M. Perrier. Claparède voit, dans les masses contenues dans la première paire de glandes, des corps capables de présider à la trituration des aliments dans le gésier. M. Perrier, qui trouve dans les Urochètes trois paires de glandes semblables, dont aucune ne contient les masses calcaires de la première glande, cherche dans le carbonate soluble des gouttelettes huileuses une réaction chimique agissant sur la terre : pour lui, le carbonate soluble (bicarbonate de chaux?) agirait sur les sels terreux plus ou moins solubles (sulfate de chaux) et déplacerait l'acide de ces sels pour former un carbonate insoluble (carbonate de chaux);

---

[1] Claparède, *Histologische Unters. üb. den Regenwurm*, dans *Zeitschrift f. w. Zool.* t. XIX.

[2] E. Perrier, *Organisation des Lombriciens terrestres*, dans *Archives Zool. Exp.*, t. III, fascicule 3.

l'acide sulfurique mis en liberté pourrait alors agir sur les sels voisins. Mais, outre que cette réaction est impossible, la nature même des granulations solides formées de carbonate de chaux ne peut permettre une semblable interprétation.

» L'absence où la présence des masses de carbonate de la première paire de glandes, suivant les rapports de ces glandes avec le gésier (elles existent chez les *Lumbricus* où les glandes sont antérieures au gésier et manquent chez les Urochètes où les glandes sont postérieures), font penser que leur présence est liée à un acte mécanique devant être accompli dans le gésier lui-même. Mais l'action chimique de cette sécrétion sur le terreau dont le lombric fait la partie essentielle de sa nourriture nous semble plus importante.

» L'ensemble des expériences instituées dans le but de résoudre cette question nous amène aux conclusions suivantes :

» 1° Neutralisation des acides de l'humus par le carbonate de chaux et transformation du milieu nutritif acide en un milieu neutre, condition indispensable pour la digestion des substances quaternaires (1) de l'humus par le liquide digestif des glandes hépatiques.

» L'humus, qui rougit le tournesol, traité par un lait de carbonate de chaux, donne une réaction neutre facile à constater.

» 2° Transformation d'une partie du carbonate en bicarbonate soluble par l'acide carbonique contenu dans la partie aqueuse de l'humus.

» 3° Action de ce bicarbonate soluble sur l'humus et formation de sels solubles aux dépens des acides insolubles de l'humus. L'ulmate de chaux qui se forme par action de l'acide ulmique sur le carbonate de chaux devient soluble en présence de l'acide carbonique en excès.

» Cette solubilité de l'ulmate de chaux est facile à mettre en évidence : il suffit de traiter par l'eau chargée d'acide carbonique le précipité obtenu par la double réaction directe de l'ulmate de soude et du chlorure de calcium.

4° L'ulmate soluble ainsi obtenu se trouve dans le même cas que les phosphates de chaux dissous à la faveur de l'acide carbonique et présente les meilleures conditions à l'absorption intestinale (2) »

---

(1) Dr L. Fredericq, *La digestion des matières albuminoïdes chez quelques Invertébrés* dans *Archiv. Zool. Exp.*, t. VII.

(2) Ces recherches ont été faites au Laboratoire de Zoologie de la Faculté de Clermont sous la direction de M. le Dr P. Girod.

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur la texture de la ventouse des Céphalopodes*. Note de M. P. Girod, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La ventouse des Céphalopodes présente dans sa conformation extérieure des caractères distinctifs fondamentaux, suivant qu'on la considère chez les Octopodes ou chez les Décapodes. Elle présente de même dans sa texture et dans sa structure intime des dispositions particulières et intéressantes. Le résumé de mes recherches sur la texture de la ventouse fera l'objet de la présente Communication.

» I. *Octopus vulgaris*, Lam. — Chez le Poulpe, la ventouse est sénile et reliée au bras par une base élargie. Elle est essentiellement constituée par une *cupule élastique* mise en mouvement par des *muscles* particuliers et recouverte par la peau dont elle forme une dépendance.

» La *cupule élastique* ne peut être mieux comparée qu'à une bourse à coulisse demi-close. Elle présente en effet vers la moitié de sa hauteur un étranglement profond. Par son bord libre, elle répond à l'*ouverture* de la ventouse; par son corps, elle forme la paroi de la *cavité acétabulaire*.

» L'étranglement moyen divise cette cavité en deux portions superposées :

» *a*. L'une supérieure qui commence au bord libre et s'effile en un entonnoir tronqué : *l'infundibulum*;

» *b*. L'autre profonde qui répond à la partie contenante de la bourse : *la chambre acétabulaire*.

» Un *orifice* intermédiaire, correspondant à l'étranglement, fait communiquer ces deux parties.

» Sur la coupe, cette cupule représente assez exactement l'apparence de deux ZZ, l'un normal, l'autre retourné, et qui seraient accolés par l'extrémité libre de leur branche inférieure. Au point de cette réunion se trouve un épaississement moyen qui forme une saillie légère au-dessus du plancher de la chambre.

» Les *muscles* qui meuvent cette cupule sont de deux sortes : les uns sont situés dans la cupule elle-même, enchâssés entre les faisceaux élastiques : *muscles intrinsèques*. Les autres, au contraire, sont périphériques et s'étendent de la cupule aux régions voisines : *muscles extrinsèques*.

» Les *muscles intrinsèques* sont groupés en une série de sphincters situés dans la paroi de l'infundibulum et qui ont pour but de redresser la paroi de cet entonnoir élastique. Mais, outre ces bandes contractiles, on observe

un anneau musculaire puissant qui borde l'orifice intermédiaire de la cavité de la ventouse. Il est situé, sur la coupe, à l'angle formé dans chaque Z par la réunion de la branche supérieure et de la branche moyenne. Il préside au rétrécissement de l'orifice.

» Les *muscles extrinsèques* s'insèrent : les uns sur la paroi externe de l'infundibulum formant les antagonistes des sphincters de cette région; les autres au niveau de l'étranglement, luttant contre le sphincter puissant qui occupe cette portion de la cupule et présidant à la dilatation de l'orifice.

» Je dois signaler une *enveloppe musculaire* doublant la cupule dans sa partie inférieure et formée de faisceaux s'étendant d'un point de l'étranglement à un point immédiatement opposé. Sa contraction doit tendre à soulever le plancher de la chambre acétabulaire et à écraser la cavité même de cette chambre.

» La disposition de ces muscles permet de comprendre le jeu de la ventouse. Dans un premier temps, l'animal contracte ses muscles extrinsèques de l'infundibulum, le sphincter de l'orifice et l'enveloppe musculaire inférieure. Il tend à rapprocher les trois branches du Z, évasant l'infundibulum au point de le transformer en lame aplatie et accolant le plancher ou la branche inférieure du Z contre la branche moyenne. La saillie médiane du plancher vient former une espèce de bouchon qui comble l'orifice. La ventouse se présente comme une véritable surface plane. Dans le second temps, les muscles antagonistes des puissances en jeu entrent en action : l'infundibulum reprend une forme conique; la chambre acétabulaire éloigne le plancher de sa paroi, l'orifice se dilate légèrement. De cette façon se constitue un espace dans lequel, étant donnée l'application du bord libre de la ventouse, se fait le vide qui entraîne l'adhérence de l'appareil. Ce vide est relatif, aussi la fixation est d'autant plus complète que le volume de la cavité interne est plus grand. Or, toute traction exercée sur la ventouse fixée tend à éloigner l'ouverture adhérente de la base attachée au bras et augmente la cavité intérieure, assurant ainsi une plus grande résistance. Cette disposition amène ainsi une fixation d'autant plus forte des ventouses sur l'animal saisi que celui-ci cherche à s'éloigner et à échapper à son ennemi.

» II. *Sepia officinalis*, Lin. — Chez la Seiche, la ventouse est supportée par un *pédoncule*. Ici la paroi de la cavité acétabulaire est charnue et de plus continue. Cette paroi porte à cheval sur son bord libre, recouvrant une faible portion de la face externe et s'enfonçant largement sur la face interne, un *anneau corné* qui devient caractéristique chez les Décapodes.

» La cavité de la ventouse ne présente pas de cupule élastique et d'étranglement; elle constitue une seule chambre limitée vers l'orifice par l'anneau corné et au-dessous sur la paroi molle. Du plancher de cette chambre s'élève une masse charnue comparable à un piston.

» L'ensemble de la ventouse est formé par l'anneau corné, par les masses musculaires de la paroi, du piston et du pédoncule, enfin par la peau. La peau tapisse la face externe, se replie à l'intérieur pour supporter l'anneau et ses dépendances qui sont des formations cuticulaires et s'étend sur le plancher de la chambre acétabulaire et sur le piston qui en dépend.

» Les muscles importants forment la masse charnue du piston. Les uns sont médians et sont la suite des faisceaux longitudinaux du pédoncule. Ils se fixent au centre de la face supérieure du piston. Les autres sont latéraux : ils s'insèrent d'une part sur la paroi, puis se recourbent pour venir se grouper au pourtour des faisceaux longitudinaux médians. La coupe de la ventouse montre un sphincter situé en arrière du biseau formé par le bord inférieur de l'anneau corné.

» Ces dispositions fondamentales permettent de saisir le jeu de la ventouse. A l'état de repos, le piston s'étale dans la cavité acétabulaire et réduit l'espace limité sur la paroi de la ventouse.

» Si la ventouse entre en action, la contraction des muscles du piston assure la diminution de cette saillie centrale. Une invagination se produit sous l'action des faisceaux musculaires médians et le piston est abaissé par les muscles latéraux qui l'évasent pour ainsi dire en l'attirant en bas et en dehors. Le sphincter produit un léger mouvement de bascule de l'anneau corné et tend à augmenter l'étendue du bord libre de la ventouse.

» Ces recherches seront complétées par l'exposé de mes études sur la structure intime des parties constituantes que je viens d'énumérer. »

ZOOLOGIE. — *Les migrations des pucerons confirmées. Evolution biologique complète du puceron de l'ormeau* (Tetraneura ulmi, *Aut.*). Note de M. **J. Lichtenstein.** (Extrait.)

« Depuis plusieurs années, j'ai entretenu l'Académie d'idées nouvelles sur l'évolution biologique des pucerons. Ces idées ont été repoussées par quelques entomologistes, accueillies avec faveur par d'autres. Entre ces derniers, M. le professeur Kessler, de Cassel, me fait l'honneur de mettre en sous-titre, aux dernières observations qu'il a publiées sur les pucerons

du cornouiller et du pommier (*Puceron lanigère*) : *confirmation de la théorie lichtensteinienne*.

» Un autre savant, M. le professeur G. Horvath, directeur de la station phylloxérique hongroise, a pu observer, en 1822, en automne, que des pucerons qui vivent en été aux racines du maïs, prenaient des ailes et se rendaient sur le tronc des ormeaux sur lesquels ils déposaient des individus sans rostre et sexués. Croyant, vu la plante attaquée, qu'il avait affaire au puceron des racines du maïs (*Pemphigus Zeæ-maydis*, Léon Dufour, d'après Lön), il publia, dans une Revue d'entomologie française, le fait intéressant qu'il avait observé; il concluait en disant : « Le *Pemphigus* des racines de » maïs émigre de cet habitat souterrain au tronc des ormeaux, mais j'ignore » ce qu'il devient après. »

» Sur cette indication, j'ai dû chercher à faire la contre-épreuve. Comme l'ormeau, ici comme en Hongrie, ne nourrit qu'une seule espèce de Pemphigus (*P. pallidus*, Haliday, *sub Ericsoma*), je ne doutais pas qu'en recueillant cette espèce au sortir de la galle et l'obligeant à pondre sur le maïs, je ne dusse obtenir la phase souterraine observée par Horvath. Cependant j'échouai complètement; pas un des mille petits Pemphigus que je mettais sur les racines du maïs ne se fixait. J'avais pourtant installé mes essais à la Réaumur, et avec tout le soin dont j'étais capable, en semant le maïs dans des récipients en verre, ce qui me permettait d'observer à la loupe les racines appliquées contre la paroi transparente du vase.

» J'étais fort désappointé et, comme j'avais mon installation prête, j'étendis ces mêmes essais aux diverses espèces qui vivent sur l'ormeau, qui sont au nombre de quatre : deux *Schizoneura*, *ulmi* et *lanuginosa*; deux *Tetraneura*, *rubra* et *ulmi*. Les trois premières espèces moururent, comme le *Pemphigus*, sans se fixer sur les racines du maïs; mais, à ma grande satisfaction, je vis les larves de la quatrième espèce, le *Tetraneura ulmi*, se fixer et grossir assez rapidement, en se couvrant de la sécrétion laineuse ou cotoneuse, si fréquente dans ce groupe d'insectes. J'écrivis immédiatement à M. Horvath : « La contre-épreuve de votre découverte ne me réussit pas » pour le *Pemphigus* de l'ormeau; êtes-vous sûr de ne pas vous tromper? » Envoyez-moi l'insecte ailé qui émigre des racines du maïs à l'ormeau. »

» Grâce à la méthode de conservation que j'ai inventée pour les expéditions de pucerons dans une goutte de baume de Canada, entre deux petits morceaux de mica, format timbre-poste, mon collègue de Budapest m'envoyait ce qu'il avait cru être le *Pemphigus Zeæ-maydis*. Comme je le pensais, il a fait erreur; ce qu'il a découvert aux racines de maïs est une

Tetraneura, puisque les ailes inférieures n'ont qu'une nervure au lieu de deux, comme doivent les avoir les insectes du genre *Pemphigus*. De plus, la taille, la forme des antennes, l'absence de filières sur l'abdomen m'indiquent que c'est le *Tetraneura ulmi* et non pas le *Tetraneura rubra*, dont j'ai découvert l'habitat souterrain l'année passée et qui vit aux racines du chiendent.

» Voilà donc l'histoire complète de l'évolution biologique d'un second puceron de l'ormeau, découverte on peut dire simultanément en France et en Hongrie, et qui avait déjà été bien élucidée par M. Kessler de Cassel, mise maintenant hors de doute; à la suite du *Phylloxera quercus*, de l'*Anopleura Lentisci*, du *Tetraneura rubra*, dont j'ai signalé les migrations d'une espèce de chêne à une autre, ou des racines de graminées au lentisque et à l'ormeau, voici le *Tetraneura ulmi*, qui émigre en juin des galles de l'ormeau aux racines du maïs et qui revient en octobre, sous forme pupifère, apporter les sexués sur le tronc des ormeaux.

» Quant au *Pemphigus Zeœ-maydis*, sa forme gallicole, c'est-à-dire les phases fondatrices et émigrantes, restent encore à trouver. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Fonction chlorophyllienne du* Drosera rotundifolia. Note de M. **Ch. Musset**, présentée par M. P. Duchartre.

« Sur la tourbe en formation qui tend à combler le lac Lieutel, au col de Prémol en Dauphiné et à une altitude de 1300^m, croît en abondance le *Drosera rotundifolia*. Placée par Ch. Darwin en tête des *plantes insectivores*, cette plante devait particulièrement attirer mon attention; aussi, depuis trois ans, je m'en suis fait, chaque été, tant sur place que dans le laboratoire, l'observateur patient, afin d'en surveiller les mouvements et son singulier régime. Ma déception est profonde, car je dois dire, à ma très grande surprise, qu'à l'œil nu et armé je n'ai jamais pu voir un seul insecte capturé par les *tentacules* de ses feuilles; ce que j'ai vu de temps à autre, ce sont des débris des végétaux environnants, entre autres de *Polytric* et de *Sphaigne;* or, comme cette plante germe, croît, fleurit et fructifie en abondance surtout du côté du lac, le plus rapproché de la forêt de Sapins, l'idée m'est venue d'étudier sa *fonction chlorophyllienne* en la comparant à celle des plantes sur lesquelles et à côté desquelles elle naît, vit et meurt. C'est, en effet, à cette fonction que toute plante, non parasite, doit la presque totalité de ses tissus et de leurs contenus.

» Voici, en peu de mots, mon mode d'expérimentation et ses résultats :

» Dans cinq entonnoirs à tube fermé et gradué, je mets 1^{gr} de feuilles, 1° de *Drosera;* 2° de *Carex pauciflora;* 3° de *Sphagnum capillifolium;* 4° de *Polytrichum commune;* 5° d'*Oxycoccus palustris.* Cette dernière plante vit côte à côte avec le *Drosera* et sur les trois autres comme substratum ; de plus le *rachis* rouge de ses feuilles présente une nouvelle analogie avec les feuilles adultes du *Drosera.* Celles-ci, en effet, naissant en préfoliation *circinée,* restent *vertes* pendant plusieurs jours après leur étalement; mais en vieillissant, les émergences *tentaculoïdes* d'abord, puis les pétioles deviennent, sauf sur certains points, d'un rouge vif; cette teinte n'envahit que plus tard la page supérieure et finalement la page inférieure. Le microscope montre sur les deux épidermes, supérieur et inférieur, de nombreux stomates, à structure normale, mais jamais sur l'épiderme des tentacules glanduleux. Les organes de l'assimilation sont donc bien développés : étudions leur fonction.

» Je remplis les entonnoirs de l'eau même du lac et je les renverse sous cette eau dans des coupes également en verre. Par une température de 35° à 40°C., le dégagement de l'oxygène commence aussitôt, par petites bulles pour les *Polytrics* et les *Sphaignes,* et par grosses bulles pour le *Drosera,* dont les tentacules opposent momentanément un obstacle à l'ascension des molécules gazeuses.

» *Toutes choses étant égales d'ailleurs,* il est facile de comparer les effets de la lumière en lisant sur les tubes gradués le volume de l'oxygène dégagé dans un temps donné; or les cinq plantes différentes, fonctionnant en poids égaux, m'ont donné des volumes d'oxygène que l'on peut dire égaux, tant la différence est minime. Cette expérience, répétée deux fois dans le même jour, a donné, pour un temps de deux heures chacune, environ 3^{cc} d'oxygène dégagé par chacune des cinq espèces de plantes.

» La même expérience, renouvelée trois fois dans mon laboratoire, a donné des résultats dont le sens est identique à celui des expériences faites sur le lac Lieutel. Enfin j'ai soumis, toujours dans les mêmes conditions de poids, les feuilles de ces cinq plantes sociales, à l'influence des divers rayons de la lumière blanche, et cette fois encore les radiations *jaune* et *orangé* se sont montrées les plus actives, et la radiation *verte,* comme toujours, la moins efficace, pour ne pas dire nulle.

» En résumé, les feuilles du *Drosera rotundifolia* ne m'ont jamais montré un seul insecte capturé, et leur fonction chlorophyllienne a la même intensité que celle des plantes sur lesquelles et avec lesquelles elle naît et meurt. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le rôle physiologique des ondulations des parois latérales de l'épiderme.* Note de M. J. VESQUE, présentée par M. Duchartre.

« Les ondulations souvent très fortes des parois latérales des cellules de l'épiderme, et qui se présentent d'une manière à peu près constante dans un grand nombre de végétaux, quoiqu'elles soient fortement influencées par le milieu, exercent depuis longtemps la sagacité des physiologistes; mais on n'est pas parvenu jusqu'à présent à se former une opinion plausible sur leur rôle physiologique. On enseigne presque généralement qu'elles concourent à la solidité (résistance à la traction) de l'épiderme, parce que les cellules sont engrenées les unes dans les autres comme les os du crâne. Cette singulière doctrine ne résiste pas à un examen sérieux; il faudrait pour cela que les cellules épidermiques fussent des corps rigides, de forme immuable.

» De nombreuses observations anatomiques m'ont conduit à admettre que l'épiderme des feuilles est très fréquemment chargé d'accumuler de l'eau pour les besoins futurs de la transpiration, qu'il est par conséquent souvent l'un des organes de la réserve transpiratoire (considérée comme fonction physiologique).

» Rappelons-nous le mécanisme de la transmission de l'eau dans les tissus parenchymateux. Lorsque les parois humides d'une cellule perdent de l'eau, elles en empruntent une certaine quantité au suc cellulaire; le volume de la cellule diminue; il se produit des déformations dont la nature dépend de la forme géométrique qu'elle présente et des divers épaississements ou accidents de sa membrane. La paroi élastique, tendant à reprendre sa première forme, constitue un appareil de succion, qui permet à la cellule de prendre de l'eau à ses voisines moins appauvries.

» Les cellules tabulaires de l'épiderme se trouvent sous ce rapport dans une situation particulièrement défavorable. J'ai eu l'idée de rechercher si les ondulations des parois latérales ne facilitent pas les changements de volume des cellules épidermiques. Le résultat de l'expérience a été franchement affirmatif.

» J'ai construit deux prismes en papier Bristol, l'un à base hexagonale régulière, l'autre dont la base, de même surface, était une étoile hexagonale. Ces prismes, reposant sur une planchette horizontale percée d'un trou, étaient traversés de haut en bas par un fil de fer très fin, retenu en

haut par un petit disque de métal et dont l'extrémité inférieure était sollicitée par des poids : le petit disque appuyait donc plus ou moins fortement au centre de la face supérieure. En mesurant de combien ce centre s'abaisse, j'ai obtenu les nombres suivants :

» 1. *Prisme à base en hexagone régulier.* — Diamètre du cercle circonscrit : 86mm.

Charge.	Abaissement du centre.
gr	mm
10	0,3
20	0,42
50	0,80
100	1,26
200	1,81

» 2. *Prisme à base en étoile hexagonale.* — Diamètre du cercle circonscrit : 105mm,5; diamètre du cercle inscrit : 66mm.

Charge.	Abaissement du centre.
gr	mm
10	0,5
20	0,58
50	1,08
100	1,78
200	2,94

» Il est donc bien démontré qu'à surface égale, une cellule à parois onduleuses est beaucoup plus apte à changer de volume qu'une cellule à parois rectilignes, à base polygone convexe.

» Je n'ai remarqué aucune déformation des parois latérales elles-mêmes; quant à celle de la face externe, elle est très caractéristique, surtout dans le cas du polygone étoilé. Comme on pouvait le prévoir, il se forme autant de plis rayonnants qu'il y a d'angles sortants : les concavités correspondant aux angles sortants, les convexités aux angles rentrants.

» Il est évident que l'effet contraire se produit lorsqu'au lieu de diminuer le volume de la cellule, on l'augmente, ou lorsqu'on diminue le volume d'une cellule dont la face externe est bombée au lieu d'être plane : les convexités des plis correspondent alors aux angles sortants et les faces de gauchissement aux angles rentrants.

» Ces expériences faites sur des cellules grossièrement construites devaient être contrôlées sur le vif. Il est malheureusement très difficile de suivre au microscope, sur une feuille intacte, des changements de niveau

aussi faibles. Pour rendre le phénomène plus sensible, j'ai argenté une feuille de *Dahlia* (le *Dahlia* se prête très bien à cette expérience, parce qu'il est facilement mouillé), pour l'observer ensuite à la lumière réfléchie. L'argenture est tellement parfaite que non seulement les cellules bombées, mais les moindres accidents cuticulaires, perles ou stries, sont exactement moulés. A chaque cellule correspond une petite figure brillante sur ond noir, et qui, à mesure que la feuille se fane, se dilate, s'épanouit en un système de lignes brillantes, unies au milieu et divergeant vers les angles saillants.

» Si l'on veut répéter cette expérience, on fera bien de n'argenter qu'une partie de la feuille, parce que l'enduit métallique paraît être à peu près imperméable et que la fanaison ne se produirait qu'au bout d'un temps très long. L'argenture est obtenue à froid et très rapidement par la réduction du nitrate d'argent ammoniacal par l'hydrogène phosphoré.

» Rattachons à ces observations expérimentales quelques faits anatomiques qui trouveront ainsi tout naturellement leur explication.

» Lorsque la paroi externe présente des ponctuations, elles occupent le fond des sinuosités, c'est-à-dire les endroits où la traction est moins forte; lorsqu'au contraire il y a des épaississements locaux, ils partent des parois latérales, le long des parties convexes, pour se perdre en manière de chapiteau dans la paroi externe.

» Je termine cette Note en faisant remarquer que nous avons là un bel exemple de l'indépendance entre la cause qui produit un changement dans la structure des végétaux et l'utilité physiologique éventuelle de ce changement anatomique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *La nébulosité à Bourges*. Note de M. H. **Duchaussoy**, présentée par M. Hervé Mangon.

« L'étude de la nébulosité à Bourges remonte aux observations de M. Fabre et du Dr Lebas, faites au commencement du siècle. Une période de 22 ans a pour moyenne 135 jours sereins et 230 couverts ou nuageux. Le Dr Macario donne un résumé d'observations personnelles dans sa *Topographie médicale du canton de Sancergnes*, et dit que les jours sereins et les jours couverts ou nuageux sont presque égaux en nombre; mais ces résultats ne s'appliquent qu'aux années 1848, 1849 et 1850.

» Nous avons pensé qu'il y avait un intérêt scientifique à reprendre cette étude. Pour cela nous avons utilisé les registres manuscrits de l'École nor-

male de Bourges, sur lesquels nous avons relevé 32460 observations concernant l'état du Ciel : celles-ci se rapportent à une période de 15 ans, et ont été faites 6 fois par jour de janvier 1867 à décembre 1881. Il n'y a que peu de lacunes : cependant nous ferons remarquer que les observations n'ont pas été faites en septembre 1870 et qu'elles n'ont été notées que 3 fois pendant les mois d'août et de septembre 1881.

» Le Tableau suivant donne, en résumé, la nébulosité des 15 années (1867-1881) :

	NOMBRE DE FOIS QUE LE CIEL A ÉTÉ.				
Années.	clair.	peu nuageux.	nuageux.	très nuageux.	couvert.
1867	450	496	645	157	435
1868	384	607	676	137	351
1869	537	436	643	191	387
1870	354	514	655	231	439
1871	357	581	409	227	420
1872	306	528	589	207	554
1873	418	491	388	255	628
1874	379	530	307	228	741
1875	407	484	355	280	670
1876	436	493	408	187	693
1877	277	574	692	190	491
1878	311	432	364	200	854
1879	396	460	576	93	667
1880	415	383	513	132	760
1881	441	472	644	101	341
Totaux....	5868	7481	7864	2816	8431
Moyennes .	391	499	524	188	562

» En rapportant les observations à 365, on trouve qu'*année moyenne il y a à Bourges* 66 *jours de temps clair*, 84 *peu nuageux*, 88 *nuageux*, 32 *très nuageux et* 95 *de ciel couvert*.

» Pour comparer plus facilement la nébulosité des différentes années, nous la représentons par 1, 2, 5, 4 ou 5, suivant qu'il y a eu un *temps clair, peu nuageux, nuageux, très nuageux* et *couvert*. En multipliant par ces coefficients les nombres du Tableau précédent et en faisant les sommes des produits correspondant à chaque année, on obtient des résultats comparables, compris entre 5426 et 7337. En les divisant par 6, nombre d'observations diurnes, et par 12, nombre des mois, on obtient ce que je propose d'appeler le *coefficient annuel de nébulosité*. Il suffit donc de diviser

par 72 les sommes obtenues dans le calcul précédent, les divisions étant 66 pour les années 1870 et 1881, à cause des lacunes signalées plus haut.

Nous pouvons ainsi représenter la nébulosité des quinze années étudiées par les nombres suivants :

Années.	Coefficients annuels de nébulosité.
1867	85,8
1868	82,3
1869	83,8
1870	98,0
1871	79,9
1872	93,4
1873	93,3
1874	96,9
1875	95,9
1876	95,2
1877	93,2
1878	101,9
1879	93,8
1880	97,9
1881	82,2

» La nébulosité la plus faible a eu lieu en 1871 et la plus forte en 1878.

» *Les coefficients de nébulosité* ont varié en quinze ans de 79,9 à 101,9, *la moyenne de la période étudiée étant* 91,6.

» Afin de pouvoir comparer la nébulosité de chaque mois, nous avons utilisé les 32460 observations pour calculer, par une méthode analogue, les *coefficients mensuels de nébulosité*. Ci-dessous les résultats obtenus :

Mois.	Coefficients mensuels de nébulosité.
Janvier	99,2
Février	97,0
Mars	93,9
Avril	86,9
Mai	88,3
Juin	86,7
Juillet	80,1
Août	81,8
Septembre	80,9
Octobre	94,5
Novembre	98,2
Décembre	110,4

» Par ce qui précède, on voit immédiatement que la nébulosité la plus forte a lieu en décembre et la plus faible en juillet. On remarquera aussi que le mois de septembre est relativement plus clair à Bourges que le mois d'août, et le mois de mai plus couvert que le mois d'avril. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur la culture des quinquinas en Bolivie et sur quelques autres produits de cette contrée.* Lettre de M. SACC à M. le Président. (Extrait.)

« Buenos-Ayres, 4 juin 1883.

« L'exploitation brutale des forêts de quinquinas dans le centre de l'Amérique du Sud a fait craindre que cette précieuse écorce ne vînt à manquer. Pour parer à ce danger, on a créé des plantations de quinquinas à Java, aux Indes Orientales, à la Réunion et ailleurs; leurs produits font en ce moment une petite concurrence aux quinquinas américains, sur les marchés d'Europe, mais ils sont loin de les valoir.

» C'est donc avec bonheur que je vous annonce que, depuis dix ans, les meilleures espèces de quinquinas sont cultivées sur une large échelle en Bolivie; dans les montagnes, on les sème par millions, dans des pépinières où les cultivateurs viennent les chercher pour les repiquer à demeure.

» Voici, par villages, le relevé exact des quinquinas qui ont été plantés :

	Pieds.
Yungas	200000
Songo	70000
Mapiré	3500000
Guanai	32000
Camata	30000
Caupolican	10000
Challana	100000
Total	3942000

» Ces arbres sont en plein rapport à dix ou quinze ans; ils fournissent alors de 6 à 8 pour 100 d'écorce valant, fraîche, suivant la qualité, de 4^{fr} à 8^{fr}.

» Un kilogramme de calisaya de Bolivie produit de 30^{gr} à 32^{gr} de sulfate de quinine. Le calisaya vaut actuellement, sur place, 320^{fr} le quintal de 50^{kg}, soit $6^{fr},40$ le kilogramme, que l'on paye à Paris de 10^{fr} à 12^{fr}, ce qui est certes bien bon marché, si l'on tient compte des frais de transport qui sont énormes.

» En ce moment, on abat les arbres pour les dépouiller de leur écorce.

Dès que je serai arrivé en Bolivie, j'essayerai de les faire écorcer sans les couper, comme on le fait pour enlever le liège des chênes.

» .... La Bolivie, qui possède une surface double de celle de la France, est couverte de montagnes à l'ouest et au sud, d'où viennent d'abondants cours d'eau qui arrosent les plaines torrides de l'est et du nord et font de ce magnifique pays un des plus fertiles qu'il y ait au monde.

» Son isolement séculaire va cesser, car, dans deux ans, deux lignes ferrées la relieront à la République argentine et une troisième, qui la coupe de l'est à l'ouest, l'unira, d'un côté, au fleuve Paraguay et, de l'autre, à l'océan Pacifique, après avoir traversé le désert d'Atacama. L'avenir de la Bolivie est immense.

» Les produits actuels d'exportation sont : le café, le cacao, le coca, l'écorce de quinquina, le maïs, le sucre, la laine d'alpacas et de vigognes, l'or, l'argent, le mercure, le cuivre, le plomb, l'étain, le bismuth, le soufre, l'alun, le nitrate de soude, le guano et les peaux de jaguars, de tapirs, de guanacos, de vigognes, de chinchillas.... »

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 juillet 1883.

Anatomie, Physiologie, Pathologie des vaisseaux lymphatiques considérés chez l'homme et les vertébrés; par Ph.-C. Sappey; 8e liv. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1883; in-f°.

Annales de la Société linéenne de Lyon; année 1882. Nouvelle série, t. XXIX. Lyon, H. Georg; Paris, J.-B. Baillière, 1883; in-8°.

Compte rendu des épidémies, des épizooties et des travaux des conseils d'hygiène du Morbihan en 1882; *par le* Dr A. Mauricet. Vannes, Imp. Galles, 1883; in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le Concours de Statistique.)

Traité pratique de Botanique; par Ed. Lambert. Paris, Firmin Didot, 1883; in-12. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Les organismes vivants de l'atmosphère; par M. P. Miquel. Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-8°.

Annuaire des conducteurs des Ponts et Chaussées et des Gardes-Mines. Personnel des travaux publics pour 1883. Paris, P. Dupont, 1883; in-8°.

Conférence sur la Botanique faite à la mairie du IVe arrondissement de Paris, le mercredi 24 janvier 1883; *par* V. Pompilian. Paris, A. Reiff, 1883; br. in-8°.

Météorologie du Languedoc et de l'ensemble du bassin méditerranéen; par M. H. Viguier. Mélanges; 1 vol. in-8° broché.

Epuration des eaux de l'Espierre. Villes de Roubaix et Tourcoing. Rapport de la Sous-Commission. Lille, Imp. Danel, 1881; in-4°.

Epuration des eaux de vidange des fabriques avec utilisation des résidus; par MM. Gaillet et Huet. 1re et 2e partie : *Epuration des eaux de lavages des laines.* Lille, imp. L. Danel, 1882; in-8°. (Ces deux Ouvrages sont renvoyés au Concours des Arts insalubres.)

The scientific transactions of the royal Dublin Society; vol. II (series II). Dublin, 1880-1882; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 2 juillet 1883.)

Page 52, lignes 2 et 3, *au lieu de* n'a pu se former dans l'eau, *lisez* n'a pu se former que dans l'eau.

(Séance du 9 juillet 1883.)

Page 116, ligne 23, *au lieu de* terrain humide, *lisez* terreau humide.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JUILLET 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Rôle historique de la découverte de la soude artificielle extraite du sel marin;* par M. DUMAS.

« La municipalité d'Issoudun a résolu de consacrer par un monument la mémoire d'un glorieux enfant de cette cité, Nicolas Leblanc, le créateur de l'industrie de la soude artificielle. On s'étonne parfois de voir multiplier de tels hommages; ne serait-il pas plus naturel de s'étonner qu'on oublie si souvent de les rendre à ceux qui les ont mérités, ou qu'on paye trop tard envers eux la dette du pays? En voyant à Avignon, par exemple, le petit édicule qui rappelle à la contrée la mémoire de l'introducteur de la garance, culture qui en fit la prospérité, comment ne pas éprouver un sentiment de mélancolie, en songeant que, du point élevé qu'il occupe, celui qu'on a placé à son sommet semble y être venu seulement pour assister à la disparition de cette plante détrônée par la Chimie!

» N'attendons pas qu'il en soit ainsi pour Nicolas Leblanc et, pendant que la soude artificielle, sa création, joue encore dans le monde un rôle prépondérant, n'hésitons pas à rendre à cette découverte les honneurs qui lui sont dus.

» L'Académie y est intéressée. Lorsque, il y a cent ans, le Gouvernement

français, ému des exigences de l'Espagne, en possession alors du commerce des soudes d'Alicante, de Carthagène et de Malaga, consulta nos prédécesseurs, pour savoir comment on pourrait remplacer ces produits, ils n'hésitèrent pas à proclamer qu'il fallait extraire l'alcali du sel marin. Un prix de douze mille francs fut mis au concours à ce sujet. Mais, lorsque N. Leblanc en eut réalisé les conditions, l'Académie n'existait plus : le Trésor en considérait les engagements comme non avenus; l'inventeur se voyait bientôt réduit à renoncer à ses droits comme breveté; à fermer son usine frappée de séquestre; à vivre péniblement dans le trouble ou même la misère, à se tuer enfin dans un accès de désespoir.

» Mais qu'avait donc fait de si important cet homme si maltraité par la fortune? Pour la plupart des gens, même les mieux élevés, que représente la soude artificielle? Rien sans doute, il faut en convenir. On étonnera même beaucoup les personnes qui n'ont pas examiné ces questions de près, si on leur apprend que les deux plus grandes nouveautés économiques du siècle sont la machine à vapeur et la soude artificielle; les deux inventeurs les plus féconds, J. Watt et N. Leblanc.

» Mais, tandis que les engins créés par l'un agissent à grand bruit dans toutes les usines, emportent au loin les trains de voyageurs et de marchandises sur les voies ferrées dont les continents sont sillonnés, ou guident sur les flots de la mer des navires de commerce et de guerre, c'est sans bruit que s'infiltrent dans tous nos ateliers, comme éléments indispensables ou comme agents auxiliaires du travail, les produits dérivés de la soude factice; c'est en silence qu'ils pénètrent dans toutes nos demeures comme objets directs ou indirects de consommation.

» S'il s'agissait d'ouvrir un concours et de reconnaître quel est celui des deux inventeurs, J. Watt ou N. Leblanc, dont l'influence a été la plus considérable dans l'accroissement du bien-être de l'espèce humaine, on pourrait hésiter. Toutes les améliorations touchant aux arts mécaniques dérivent, il est vrai, de l'usage de la machine à vapeur; mais tous les bienfaits se rattachant aux industries chimiques ont trouvé leur point de départ dans la fabrication de la soude extraite du sel marin.

» Comment une opération chimique unique a-t-elle été l'origine de si grands résultats? Au premier abord, on ne s'en rend pas compte. Il s'agit, en effet, simplement de la décomposition du sel marin par l'acide sulfurique pour le convertir en sulfate de soude et de la transformation de ce sulfate de soude en soude, par sa calcination avec un mélange de charbon et de craie; voilà tout!

» C'est vrai, mais il faut ajouter que le carbonate de soude provenant

de cette opération représente aujourd'hui, pour la consommation des deux mondes, une quantité qui s'élève à 7 ou 800 000 000 de kilogrammes, de telle sorte que la quantité de ce sel consommé par chacun de nous d'une manière inaperçue et sans que nous en ayons conscience atteint au moins la moitié, égale souvent même la totalité du poids de sel marin nécessaire à nos besoins.

» On peut juger par là de la masse énorme d'acide sulfurique mise en jeu par l'industrie de la soude, de la proportion considérable de soufre nécessaire à la production de cet acide, ainsi que de l'immense développement des vapeurs d'acide chlorhydrique mis en liberté par la décomposition du sel marin.

» Le premier résultat de la création des fabriques de soude a donc été non seulement de mettre à la disposition des savonneries, des verreries, des manufactures de glace, des blanchisseries de coton, de chanvre ou de lin, des papeteries, etc., l'alcali dont elles avaient besoin, mais aussi d'offrir à toutes les industries deux acides puissants : l'acide sulfurique et l'acide chlorhydrique, en quantités illimitées et à des prix fabuleusement réduits.

» Le second résultat fut de mettre à la disposition des fabriques de toile et des papeteries un nouveau produit dérivé de l'acide chlorhydrique, le chlorure de chaux, qui, pour le blanchiment rapide des tissus végétaux, a pris dès lors la place occupée autrefois par l'action lente de la lumière solaire et de l'air humide, c'est-à-dire, par l'exposition des toiles sur le pré.

» Ces quatre agents, un alcali puissant, deux acides énergiques, une poudre blanchissante que rien n'a remplacée, donnèrent un essor inconnu à l'industrie des produits chimiques; on fut bientôt amené à se demander s'il était bon de laisser ces fabriques de soude, si étroitement liées à la fortune publique, sous la dépendance des soufres fournis par la Sicile, dont un droit de sortie pouvait à chaque instant surélever le prix.

» L'oïdium étant intervenu, on fut bientôt décidé à chercher dans la pyrite de fer un soufre plus abondamment répandu à la surface de la terre, moins facile à monopoliser et susceptible d'être maintenu par la concurrence à un prix plus bas. Le problème pratique offrait des difficultés sérieuses; elles furent résolues, et la pyrite de fer, jusqu'alors presque sans usage, devint la base de la production de l'acide sulfurique, laissant le soufre de Sicile aux vignobles.

» Cependant, à mesure que les grandes fabriques de soude se développaient et luttaient entre elles en baissant leurs prix, on arrivait à des conséquences singulières. La soude, premier objet de la fabrication et

source unique de bénéfice, à une époque où on laissait l'acide chlorhydrique se perdre dans l'atmosphère, ne rapportant plus rien, il fallut chercher ailleurs des occasions de profit et l'on en trouva pendant quelque temps dans la fabrication et la vente du chlorure de chaux.

» Mais, la concurrence continuant ses effets, les besoins de la consommation étant satisfaits, au lieu de chercher des bénéfices nouveaux, on eut recours à des économies. La soude brute, lessivée pour en extraire le carbonate de soude, laissait des résidus contenant tout le soufre de l'acide sulfurique uni à la chaux. Ces résidus sulfurés gênaient tout le voisinage, infectaient les cours d'eau et les rives de la mer elle-même autour de Marseille. On apprit à régénérer le soufre qu'ils contenaient et à supprimer ainsi les inconvénients engendrés par l'accumulation autour des fabriques des résidus sulfurés du lessivage de la soude.

» La fabrication du chlore et celle du chlorure de chaux consommaient du peroxyde de manganèse et produisaient du chlorure de manganèse en grandes quantités. Le peroxyde de manganèse est un produit naturel d'une exploitation restreinte : exagérer sa consommation, c'est élever son prix. Le chlorure de manganèse stérilise les terres et infecte les cours d'eau; une production journalière considérable de ce produit crée mille difficultés au fabricant. On a réussi à régénérer le peroxyde de manganèse et à se débarrasser ainsi du chlorure de ce métal, dont l'évacuation motivait, à la fois, de justes plaintes et le payement d'indemnités croissant avec les exigences de la propriété mieux cultivée autour des usines.

» Cependant, la concurrence continuant son œuvre et les prix de vente se réduisant toujours, à mesure que les frais de fabrication diminuaient, on en est venu à chercher un bénéfice que la soude et le chlorure de chaux ne réalisaient plus, non dans des économies nouvelles, mais dans l'exploitation de minerais capables de fournir des produits marchands rémunérateurs. C'est ainsi qu'on a songé à brûler non plus des pyrites de fer pour produire l'acide sulfurique nécessaire, mais des pyrites cuivreuses, renfermant des métaux précieux, et à demander le profit du travail effectué au cuivre, à l'argent ou à l'or contenus dans leurs cendres.

» Cette lutte de l'industrie de la soude artificielle avec elle-même, il faut qu'elle la recommence aujourd'hui avec un redoublement d'énergie en présence d'un ennemi redoutable. Un procédé rival, fondé sur la décomposition du sel marin par l'ammoniaque en présence d'un excès d'acide carbonique, auquel deux de nos Confrères, MM. Rolland et Schlœsing, avaient autrefois donné l'essor, vient, depuis quelques années, de prendre

un développement menaçant. Les difficultés de tout ordre que présentait cette réaction, et en particulier l'art de préserver le fabricant des pertes d'ammoniaque, tout cela est devenu l'objet des études les plus délicates et a permis, en définitive, de retirer du sel marin le carbonate de soude le plus pur au prix le plus bas.

» Remarquons, cependant, combien il est heureux que ce procédé pour la fabrication de la soude artificielle ne soit pas venu au monde le premier et qu'il ait cédé le pas au procédé de N. Leblanc. L'industrie des produits chimiques serait encore à naître. L'industrie en général et en particulier toutes les manufactures qui exploitent les fibres végétales n'auraient pas eu à leur disposition et à bas prix l'acide sulfurique, l'acide chlorhydrique et le chlorure de chaux. Les pyrites de fer seraient demeurées sans emploi. Tous les produits usuels que l'acide sulfurique, cet agent universel, point de départ de toutes les transformations chimiques, a fait naître, le commerce en serait privé; l'agriculture elle-même ne connaîtrait probablement pas l'usage du phosphate acide de chaux qui lui rend de si grands services.

» Les fabriques de soude, fondées sur l'emploi du procédé de N. Leblanc, ont constitué les véritables écoles pratiques de l'industrie chimique moderne. Elles ont fourni à toutes leurs émules leurs agents, leurs procédés et leur méthode. Leur influence sur les pays civilisés a été incalculable, et c'est par milliards que s'expriment les satisfactions et le bien-être qu'ils en reçoivent chaque année.

» Quand on pénétrait, il y a cinquante ans, dans les fabriques de produits chimiques de la Grande-Bretagne et qu'on admirait leur puissance, dont nous n'avions aucune idée à cette époque dans notre pays, on répondait invariablement : « C'est pourtant à Leblanc, c'est à un chimiste français que nous devons cette prospérité qui vous étonne ! » Il n'était pas rare de voir le nom de N. Leblanc inscrit dans une place d'honneur au milieu des ateliers et signalé de la sorte au respect des ouvriers. Les manufacturiers anglais actuels l'ont oublié peut-être, mais leurs pères, je l'atteste, professaient pour notre compatriote une reconnaissance et une vénération sans bornes. Ils le considéraient comme l'un des plus grands bienfaiteurs de leur pays, tant l'intervention du chlorure de chaux avait grandi le commerce des toiles de coton de l'Angleterre.

» L'essor donné à l'industrie de la soude dans les célèbres manufactures de Glasgow, de Liverpool, de Newcastle fut si considérable à cette époque, que l'augmentation de consommation du sel marin, qui en fut la conséquence, produisit une illusion dont les effets dureront longtemps

encore. Le Parlement venait de supprimer l'impôt du sel, sous prétexte de venir en aide à l'agriculture, et, sans y regarder d'assez près, on attribua l'accroissement considérable de la consommation du sel produit alors par sa conversion en soude à l'empressement avec lequel les agriculteurs auraient mis à profit le bénéfice de la suppression du droit.

» L'Académie a donc le droit de considérer la pensée qu'elle émettait il y a cent ans, et le prix qu'elle mettait au concours, comme dignes de prendre une place importante dans son Histoire. Quand elle signalait le sel marin comme une source inépuisable de soude, elle donnait d'avance une sanction à l'application du chlore pour le blanchiment des fibres végétales et à toutes les conséquences économiques de la création de la soude artificielle.

» Elle a déjà rendu justice à N. Leblanc pendant sa vie, en lui témoignant une sympathie qui ne se démentit jamais; plus tard, en mettant ses droits en évidence. Il ne m'appartient pas de parler en son nom en cette circonstance; qu'il me soit permis, cependant, de remercier, au milieu de mes confrères, la municipalité d'Issoudun pour son initiative.

» Partout où les industries chimiques sont en honneur, on voudra s'associer aux témoignages de reconnaissance et de respect dont la mémoire de N. Leblanc va devenir enfin l'objet dans sa ville natale. »

MÉCANIQUE TERRESTRE. — *Résistance vive ou dynamique des solides. Représentation graphique des lois du choc longitudinal, subi à une de ses extrémités par une tige ou barre prismatique assujettie à l'extrémité opposée.* Note de MM. DE SAINT-VENANT et FLAMANT (Suite) [1].

« En conséquence, le rapport $\frac{P}{Q} = r$ étant donné :

» 1° Si $r > 0,578595$, le choc se terminera, et il y aura séparation du corps heurtant et de la barre à l'instant t ou pour la valeur de η ou $\frac{\omega t}{a}$ qui annulera l'expression (16) de $-\partial_0$, ou pour laquelle (en abstrayant le facteur $e^{-r\eta}$ dont l'égalité à zéro ne donnerait qu'une racine $\eta = \infty$, hors de l'intervalle) on a

$$(22)\quad 1 + \left[2 - 2r\left(\frac{\omega t}{a} - 2\right)\right]e^{2r} = 0, \quad \text{d'où} \quad \frac{\omega t}{a} = 2 + \frac{1}{r}\left(1 + \frac{1}{2}e^{-2r}\right).$$

(1) *Comptes rendus*, séance du 16 juillet 1883.

» 2° Si $r = \frac{P}{Q}$ est entre 0,5786 et 0,2409, l'instant de la séparation s'obtiendra par la résolution de l'équation du second degré en $\eta - 4$ qu'on a en égalant à zéro l'expression (18), d'où l'on tire

$$(23)\quad \frac{\omega t}{a} = 4 + \frac{1}{2r}\left[3 + e^{-2r} - \sqrt{(3+e^{-2r})^2 - 4(1-2r)e^{-2r} - 2e^{-4r} - 4}\right].$$

» 3° Si le rapport r est entre 0,2409 et 0,136, on obtiendra l'instant $t = \frac{a}{\omega}\eta$ de la séparation en résolvant numériquement l'équation du troisième degré obtenue lorsqu'on égale à zéro l'expression (19) de $-\partial_0$, toujours débarrassée du facteur $\frac{V}{\omega}e^{-r\frac{\omega t}{a}}$, résolution qui se fera facilement et sûrement sans la développer.

» Nous avons ainsi trouvé

$$(24)\quad \left\{ \begin{array}{l} \text{que si } r = \frac{P}{Q} = \quad 1, \quad \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{4}, \quad \frac{1}{6}, \\ \text{la séparation a lieu pour } \frac{\omega t}{a} = 3,06767;\ 4,70856;\ 5,89974;\ 7,41874. \end{array} \right.$$

» 5. *Loi (fig. 1) des dérivées $f'(\zeta)$. Leurs maxima et minima.* — Cette figure donne ainsi quatre épures représentant par des lignes brisées la loi des dérivées $f'(z)$ de la fonction arbitraire f ou plutôt des produits $\frac{\omega}{V}f'(\zeta) = \mathrm{f}'(\eta) = \mathrm{f}'$, dans les quatre suppositions

$$r = \frac{P}{Q} = 1,\ \frac{1}{2},\ \frac{1}{4},\ \frac{1}{6},$$

pour les trois premières desquelles, d'après le Tableau (21), le choc se termine entre $\omega t = 4a$ et $6a$, tandis que pour la dernière il ne se termine que quand ωt est $> 6a$.

» Leurs abscisses, comptées sur les quatre droites horizontales, sont les $\frac{\zeta}{a} = \eta$, à l'échelle de $0^m,020$ pour $\eta = 1$. Les ordonnées des parties en lignes pleines sont, à la même échelle, les valeurs de

$$(1a')\qquad \mathrm{f}' = \mathrm{f}'(\eta) = \frac{\omega}{V}\frac{f'(\eta a)}{a} = \frac{\omega}{Va}f'(\zeta)$$

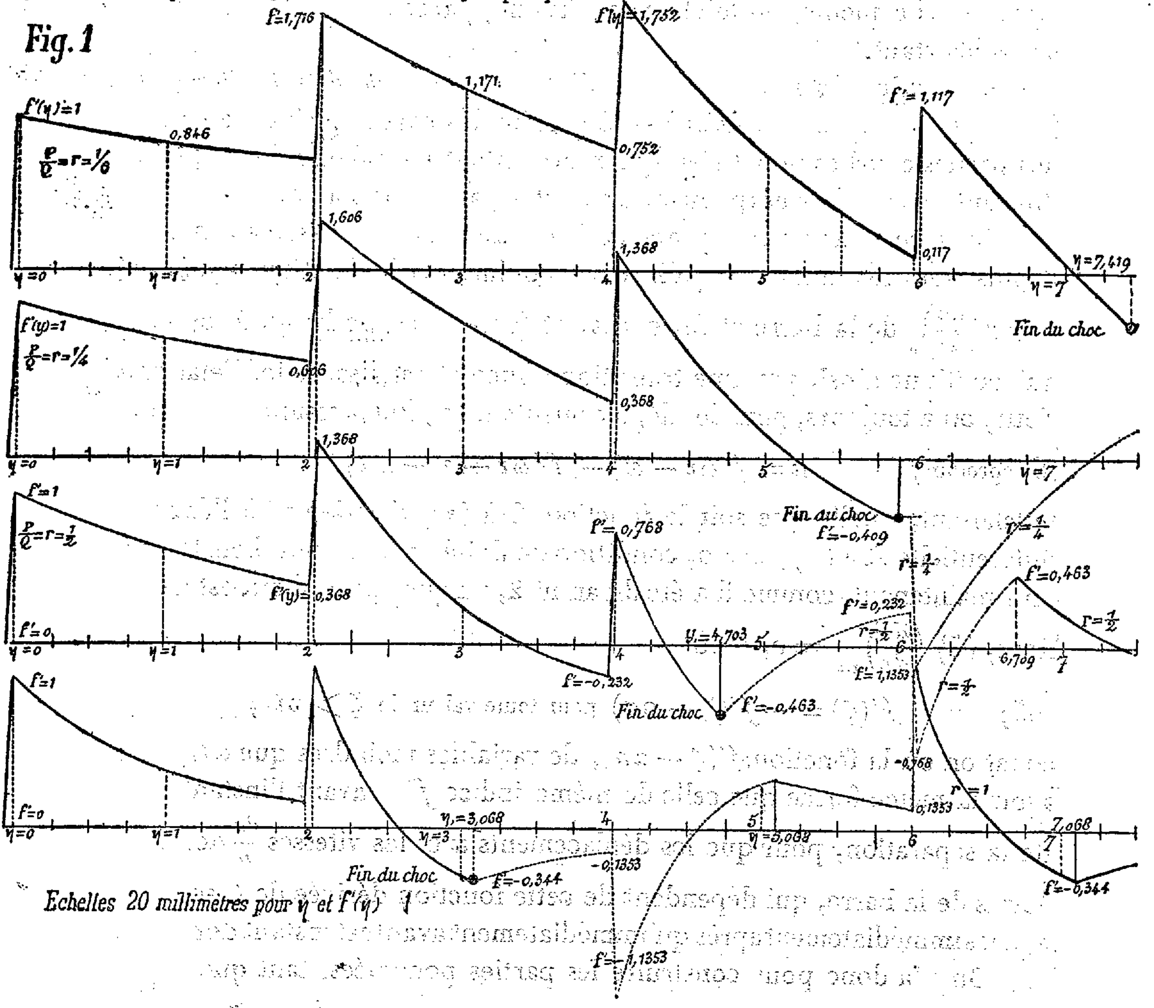
pour le *temps du choc*. Chacune se compose, comme on voit, de deux, trois ou quatre ... courbes séparées par des droites presque verticales ayant une hauteur $= 1$, et une base, ou projection horizontale $\varepsilon' = \frac{\varepsilon}{a}$, figu-

rant le temps imperceptible de l'acquisition initiale de la vitesse V par la tranche ayant reçu le choc.

La fonction $f'(\zeta) = \frac{V}{\omega}\,f'(\eta)$ a, ainsi,

des minima pour $\zeta = 0,\quad 2a,\quad 4a,\quad 6a$, et, presque aussitôt, acquis,
des maxima pour $\zeta = \varepsilon,\quad 2a+\varepsilon,\quad 4a+\varepsilon,\quad 6a+\varepsilon,\quad \ldots$

Cette fonction dérivée varie, ainsi, graduellement et dans des temps



$\frac{2a-\varepsilon}{\omega}$ entre chaque maximum et le minimum qui suivra, mais elle varie

brusquement ou par *bonds* égaux à $\frac{V}{\omega}$ pendant des temps imperceptibles $\frac{\varepsilon}{\omega}$, de chaque minimum au maximum qui suit.

» Parmi les maxima, il y en a un plus grand que les autres. C'est le second, ou celui qui répond à $\zeta = 2a + \varepsilon$, pour les lignes brisées des cas $\frac{P}{Q} = 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}$; et, pour la ligne brisée du cas $\frac{P}{Q} = \frac{1}{6}$, c'est le troisième, qui répond à $\zeta = 4a + \varepsilon$ (ou $\eta = 4 + \varepsilon'$). Ces divers maxima croissent depuis le premier jusqu'au plus grand et décroissent constamment ensuite jusqu'à celui qui précède l'instant, marqué par l'abscisse $\eta = \eta_1$ du bout de chaque ligne courbe pleine, où le choc se termine, parce que la barre quitte le corps heurtant.

» 6. *Valeurs des mêmes dérivées $f'(\zeta)$ dans l'état de détente libre (suite). (Même fig. 1, lignes ponctuées.)* — A la suite des parties pleines se trouvent des parties courbes ponctuées qui représentent les valeurs de $f'(\zeta)$ après l'instant $t = t_1$ où le corps heurtant s'est séparé de la barre.

» Dans cet état nouveau, amené à la suite du décroissement graduel, depuis son maximum jusqu'à son annulation, de l'action réciproque $-E\sigma\left(\frac{du}{dx}\right)_0$ de la barre et du corps, et (*voir* le bas de la *fig.* 4 ci-après) qui continue ainsi, par une transition douce et sans saccade, l'état antérieur, on a toujours, pour les déplacements de u, l'expression

$$(6 \text{ reproduit}) \qquad u = f(\omega t - x) - f(\omega t + x - 2a)$$

satisfaisant, quelle que soit la fonction f, à (2), c'est-à-dire à l'équation différentielle et à $(u)_{x=0} = 0$, condition de fixité du bout non heurté. Mais on a maintenant, comme il a été dit au n° 2, vu que l'autre bout est devenu libre, (5) $\left(\frac{du}{dx}\right)_{x=0} = 0$, d'où

$$(25) \qquad f'(\zeta) = -f'(\zeta - 2a) \quad \text{pour toute valeur de } \zeta > \omega t_1;$$

équation où la fonction $f'(\zeta - 2a)$, de variables moindres que ωt_1, devra avoir la même forme que celle de même indice f' d'avant l'instant $t = t_1$ de la séparation, pour que les déplacements u et les vitesses $\frac{du}{dt}$ des divers points de la barre, qui dépendent de cette fonction dérivée de f, soient les mêmes immédiatement après qu'immédiatement avant cet instant de raccord.

» On n'a donc pour construire les parties ponctuées, tant que $\zeta - 2a$ n'excède pas ωt_1, qu'à prendre pour les ordonnées $\mathrm{f}'(\eta) = \frac{\omega}{V} f'(\zeta)$ des

grandeurs égales à celles qu'on avait dans la courbe pleine pour des abscisses $\eta = \frac{\zeta}{a}$ moindres de 2, mais portées avec un signe contraire ou dans un sens opposé.

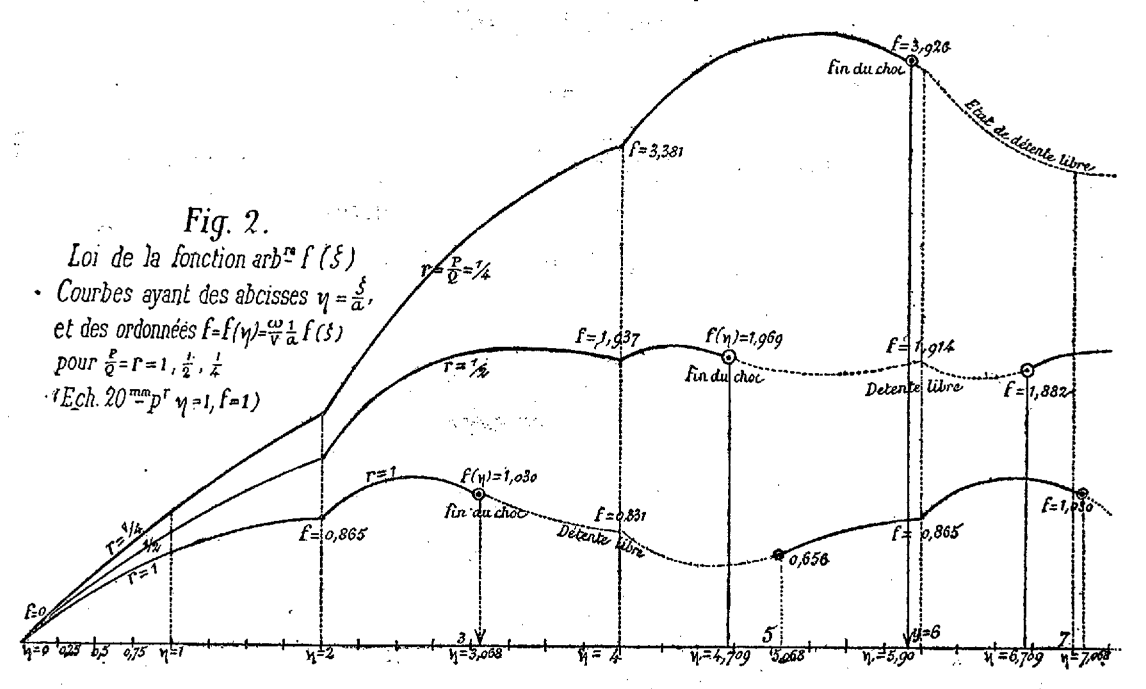
» Puis, lorsque $\zeta - 2a$ devient $> \omega t_1$, qu'à prendre

$$f(\zeta - 2a) = -f'(\zeta - 4a), \quad \text{d'où} \quad f'(\zeta) = f'(\zeta - 4a),$$

et ainsi de suite.

» Il suit de là que $f'(\zeta)$ est une quantité périodique, de période $\frac{4a}{\omega}$ reprenant, après une demi-période $\frac{2a}{\omega}$ depuis la fin du choc, la suite des valeurs, avec même signe, qu'elle avait à des instants antérieurs de $\frac{4a}{\omega}$ dans la demi-période $\frac{2a}{\omega}$ avant ce même instant $t = t_1$. C'est ce qu'on voit sur les deux lignes brisées du bas de la même *fig.* 1, relatives aux cas $\frac{P}{Q} = 1$ et $\frac{P}{Q} = \frac{1}{2}$, pour leurs parties dont les abscisses dépassent 5,068 et 6,709, et que nous avons, depuis là, recommencé à tracer en traits pleins.

» La loi des dérivées f' est, *analytiquement*, pour l'état de détente libre,



sujette aux mêmes bonds que pour l'état de jonction avec la masse heur-

tante. Mais, on le conçoit, dans la réalité, de pareilles angulosités s'arrondissent de plus en plus par diverses causes dont l'analyse ne tient pas compte, telles que la déperdition graduelle de l'énergie vibratoire en raison de l'imparfaite fixité de l'extrémité $x = a$, etc.

» 7. *Loi (fig. 2) de la fonction arbitraire $f(\zeta)$ elle-même.* — La *fig.* 2 représente cette loi au moyen de trois courbes ayant pour ordonnées les valeurs de $\mathrm{f}(\eta) = \frac{\omega}{V}\frac{f(\zeta)}{a}$ et pour abscisses celles de $\eta = \frac{\zeta}{a}$. Ces trois courbes répondent aux valeurs du rapport $r = \frac{P}{Q} = 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}$. Elles sont continues, c'est-à-dire sans sauts brusques, mais elles ont des *brisures* ou jarrets prononcés aux points d'abscisses $\zeta = 2a, 4a, 6a$, ou $\eta = 2, 4, 6, \ldots$ où leurs dérivées f' (n° 5) varient brusquement. Leurs abscisses, comme leurs ordonnées, sont à l'échelle de 20^{mm} pour 1.

» Les parties en traits pleins sont relatives aux *temps du choc* ou du contact et de l'action réciproque du corps heurtant et de la barre, temps qui se terminent, avons-nous dit, respectivement :

$$(26)\quad \left\{\begin{array}{llll} \text{Pour} & r = 1, & r = \frac{1}{2}, & r = \frac{1}{4}: \\ \text{aux points } \eta_1 = \frac{\omega t_1}{a} = & 3,06767, & 4,70856, & 5,89974, \\ \text{où l'on a}\quad \mathrm{f}\left(\frac{\omega t_1}{a}\right) = & 1,03144, & 1,96910, & 3,92576. \end{array}\right.$$

» Les parties ponctuées entre $\eta = \frac{\omega t_1}{a}$ et $\eta = \frac{\omega t_1}{a} + 2$ sont relatives à l'*état de détente* ou de liberté qui suit l'état de jonction. Les ordonnées $\mathrm{f}(\eta) = \frac{\omega}{V}\frac{f(a\eta)}{a}$ s'en obtiennent en intégrant à partir de $\zeta = \omega t_1$ ou $\eta = \eta_1$ l'équation (25) $f'(\zeta) = -f'(\zeta - 2a)$, ce qui donne

$$(27)\quad f(\zeta) = [f(\omega t_1) + f(\omega t_1 - 2a)] - f(\zeta - 2a) \quad \text{pour} \quad \zeta > \omega t_1,$$

d'où

$$(28)\qquad \text{Pour } \eta > \eta_1 \left\{\begin{array}{l} \mathrm{f}(\eta) = C_1 - \mathrm{f}(\eta - 2), \\ \text{en faisant } C_1 = \mathrm{f}\left(\frac{\omega t_1}{a}\right) + \mathrm{f}\left(\frac{\omega t_1}{a} - 2\right). \end{array}\right.$$

» Le premier terme $\mathrm{f}\left(\frac{\omega t_1}{a}\right)$ de l'expression de la constante C_1 est donné par (26); le second l'est par le calcul qui a été fait des ordonnées de la

partie de courbe représentant les états antérieurs à la fin du choc. D'où

$$(29)\quad \begin{cases} C_1 = \left[f\left(\frac{\omega t_1}{a}\right) + f\left(\frac{\omega t_1}{a} - 2\right)\right] = 1{,}68763,\ 3{,}85656,\ 7{,}26752, \\ \text{pour } r = 1,\quad \frac{1}{2},\quad \frac{1}{4}. \end{cases}$$

» Le dernier terme de (27) ou de (28) est aussi donné, pour η entre $\frac{\omega t_1}{a}$ et $\frac{\omega t_1}{a} + 2$, comme une des ordonnées de la même partie de l'état antérieur.

» Si l'on veut prolonger ces courbes au delà de $\eta = \frac{\omega t_1}{a} + 2$, il faut, dans l'expression (28) de $f(\eta)$, mettre $C_1 - f(\eta - 4)$ au lieu de $f(\eta - 2)$. La constante C_1 disparaît alors comme constituant deux termes qui se détruisent, et il reste simplement

$$(30)\quad f(\eta) = f(\eta - 4) \text{ quand } \eta > \frac{\omega t_1}{a} + 2.$$

» Le second membre, vu qu'alors $\eta - 4 < \frac{\omega t_1}{a}$ est connu par les calculs faits pour $\eta < \frac{\omega t_1}{a}$ ou $t < t_1$. Aussi nous avons tracé en traits pleins cette partie qui se reproduit indéfiniment après des périodes de $4a$ pour ωt ou de 4 pour $\frac{\omega t}{a}$.

» 8. *Loi des déplacements u des divers points de la barre.* — La *fig.* 3 donne, pour cette loi plus importante, exprimée généralement en u et t par l'équation (6), ou

$$(31)\quad u = f(\omega t - x) - f(\omega t + x - 2a),$$

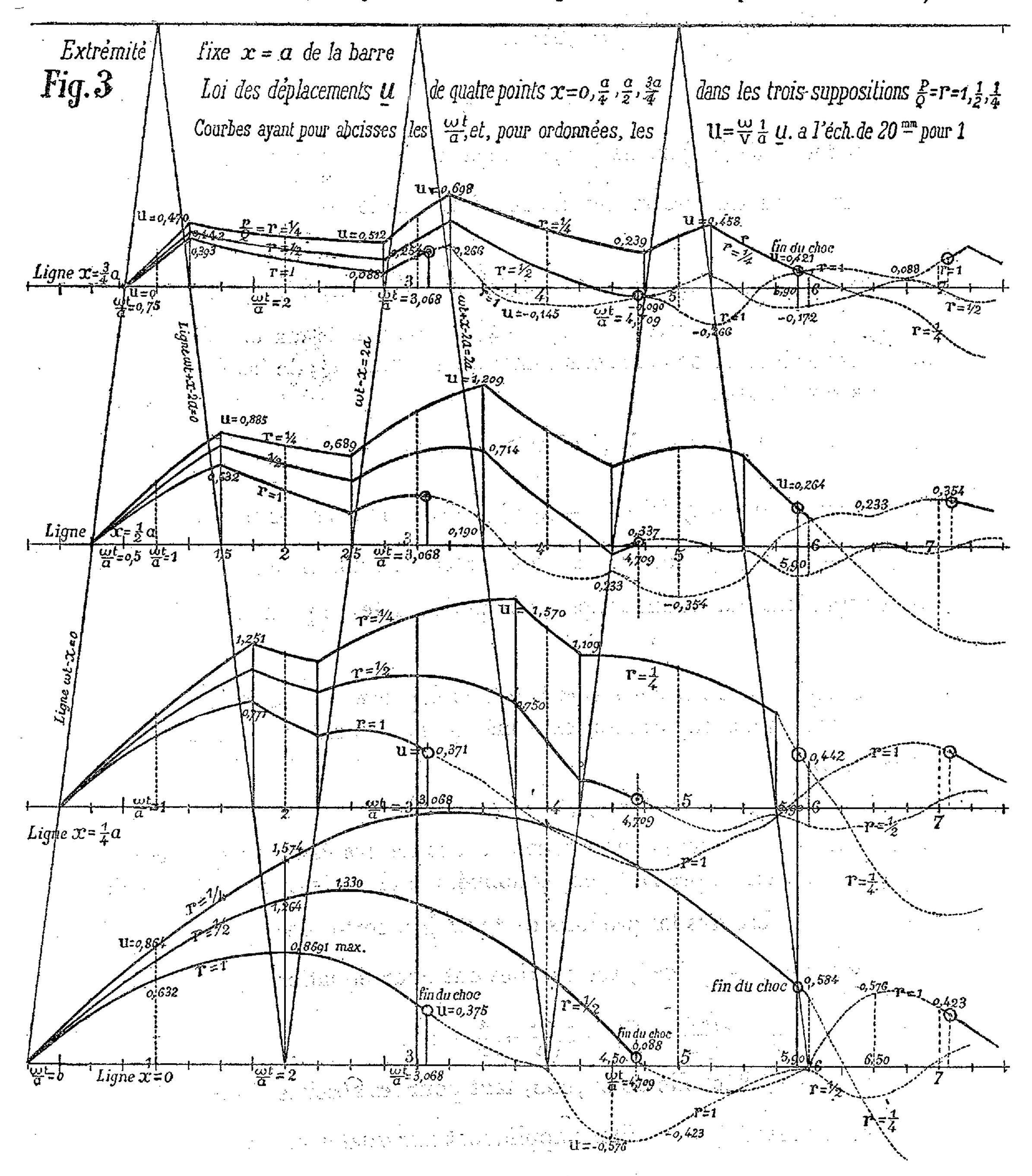
une suite de courbes qui, pour pouvoir convenir à toutes les valeurs de ω, V, a, ont été construites en prenant pour ordonnées, au lieu de u, ses produits par $\frac{\omega}{Va}$, et pour abscisses les produits de t par $\frac{\omega}{V}$, en sorte que $f(\eta)$ étant (1a') une abréviation de $\frac{\omega}{Va} f(a\eta)$, ces courbes ont pour équation

$$(32)\quad \frac{\omega}{V}\frac{u}{a} = f\left(\frac{\omega t_1}{a} - \frac{x}{a}\right) - f\left(\frac{\omega t}{a} + \frac{x}{a} - 2\right).$$

» Elles sont tracées à l'échelle de $0^m,020$, tant pour les abscisses $\frac{\omega t}{a} = 1$ que pour les ordonnées $\frac{\omega}{V}\frac{u}{a} = 1$. Elles s'appliquent aux quatre points

$$x = 0,\ \frac{1}{4}a,\ \frac{1}{2}a,\ \frac{3}{4}a.$$

» Ces courbes (excepté celles $x = 0$ qui n'en offrent pas de sensibles)



ont des brisures en plus grand nombre et autrement situées que les

courbes $f(\zeta)$ de la *fig.* 2; car il y en a nécessairement à tous les points où soit $\omega t - x$ soit $\omega t + x - 2a$ est un multiple de $2a$.

» Les pieds des ordonnées de ces points de brisures sur les lignes horizontales d'abscisses marquées $x = \frac{1}{4}a, \frac{1}{2}a, \frac{3}{4}a$, se trouvent, ainsi, aux rencontres de ces trois horizontales avec les obliques joignant en deux sens opposés les points $\frac{\omega t}{a} = 0, 2, 4, \ldots$ de l'horizontale $x = 0$ du bas, avec ceux $\frac{\omega t}{a} = 1, 3, 5, \ldots$ d'une horizontale $x = a$ tracée au haut. Celles de ces obliques qui montent de gauche à droite ont, en effet, pour équations $\omega t - x = 0, 2a, 4a, \ldots$ et celles qui descendent ont $\omega t + x - 2a = 0, 2a, 4a, \ldots$. Ces lignes obliques figurent, en x et t, la marche de l'onde d'ébranlement, tant directe que réfléchie aux extrémités de la barre, ou ce que parcourrait la tête de cette onde, si (comme on l'a supposé pour les diagrammes du Mémoire de 1866-67) la barre vibrante était emportée perpendiculairement à sa longueur avec une vitesse $\frac{\omega}{a}$. Cela montre bien que les *bonds* et les *brisures* sont déterminés *par le passage de cette onde;* et cela donne une raison sensible du binôme et du trinôme

$$\omega t - x \quad \text{et} \quad \omega t + x - 2a$$

que M. Boussinesq a fait figurer dans ses formules de déplacements, etc. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Mode de répartition de la chaleur développée par l'action du forgeage.* Note de M. TRESCA.

« Dans la séance du 8 juin 1874, nous avons présenté quelques considérations sur le réchauffement par bandes lumineuses d'une barre de platine pendant le forgeage, et nous avons fait connaître les raisons principales qui rendaient ce métal particulièrement propre à la constatation des phénomènes calorifiques qu'avait présentés notre observation.

» Cette observation ne pouvait rester isolée, et, depuis cette époque, déjà fort éloignée, nous n'avons cessé de chercher à reproduire sur d'autres métaux des phénomènes de même ordre qui pussent nous permettre d'indiquer avec quelque certitude le mode de répartition de la chaleur développée par des actions analogues.

» On sait depuis longtemps que ces actions échauffent le métal: l'opé-

ration du platinage de l'acier permet à elle seule de l'amener au rouge, le sciage des rails sortant du laminoir donne lieu à une élévation très visible de leur température, mais on n'avait point, que je sache, cherché jusqu'à présent à déterminer le point précis du plus grand échauffement, ni le mode de répartition de la chaleur, pendant la déformation et entre les différentes parties déformées. C'est là le but que nous nous sommes proposé d'atteindre, et les indications qui suivent montreront dans quelle mesure nous y avons réussi.

» Après beaucoup de tentatives infructueuses, nous nous sommes arrêté au procédé suivant, qui ne nous a jamais fait défaut et qui utilise dans un but spécial le mode d'observation inauguré par Senarmont pour l'étude de la conductibilité.

» La barre à forger était soigneusement polie sur ses faces latérales, et enduite d'une couche mince de cire sur cette partie polie.

» La barre ainsi préparée était portée sous un mouton de poids connu P, que l'on relevait jusqu'à une hauteur H, où il se déclanchait automatiquement, de manière à dépenser sur la barre toute la quantité de travail $T = PH$, entre les deux pannes absolument identiques du mouton et de l'enclume.

» Un seul choc suffisait pour fondre la cire sur une certaine zone et limiter ainsi, avec une grande netteté, la partie des faces latérales qui avait été portée, pendant le choc, à la température de fusion de la cire.

» Généralement, la zone de fusion imite l'espace compris entre les deux branches d'une hyperbole équilatère, mais on peut graduer la chute de manière à restreindre cette zone, qui prend alors des formes, toujours symétriques, sur lesquelles nous insisterons dans un moment.

» Si A est l'aire de cette zone, b la largeur de la barre, δ la densité du métal, C sa capacité pour la chaleur et enfin $t - t_0$ l'excès de la température de fusion de la cire sur la température ambiante, on voit immédiatement que, si l'on considère l'aire A comme la base d'un prisme horizontal porté dans toutes ses portions et dans toute la largeur de la barre à la température t, l'effet calorifique produit aura pour expression

$$Ab \times \delta \times C(t - t_0)$$

et, en multipliant cette quantité de chaleur développée par 425, on aurait pour valeur de son équivalent en travail

$$T' = 425 Ab\,\delta C(t - t_0).$$

» En comparant T' à T, on peut considérer l'ensemble de l'expérience comme une opération mécanique ayant au minimum pour rendement

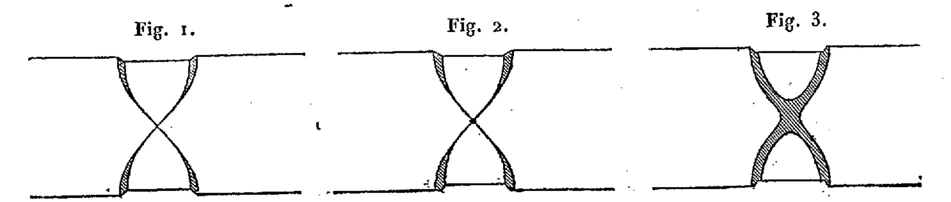
$$\frac{T'}{T} = \frac{425}{PH} A b \delta C (t - t_0),$$

et ce coefficient de rendement a pu être déduit des données numériques de chacune des expériences faites, au nombre de plusieurs centaines, dans des conditions déjà très variées.

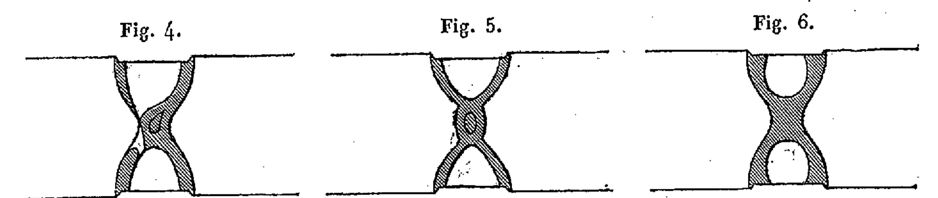
» Nous discuterons successivement les résultats de ces expériences au point de vue de la forme des aires de fusion et du rendement mécanique de l'opération.

» *Dispositions géométriques des aires de fusion.* — En nous bornant, dans cette Communication, aux effets produits par des pannes à vives arêtes, nous pouvons suivre les développements que présentent les surfaces de fusion à mesure que le travail moteur augmente.

» Dans tous les cas la fusion se produit sur tout le bord de la rainure déterminée par la panne, mais il faut que le travail moteur atteigne une cer-



taine valeur pour qu'on puisse apercevoir un point de cire fondue au centre de la partie comprimée. Quand le travail augmente, ce centre, en s'élargis-



sant, se relie d'une manière continue avec le bord, en forme de bande régulière qui s'étend progressivement, de manière à former une sorte de figure étoilée, très régulière et à quatre bras; pour un travail plus grand encore, les espaces compris entre ces bras sont définis par des courbes qui tournent leur concavité vers le centre, et enfin les courbes latérales seules persistent lorsque le travail est plus grand encore, toutes les superficies qu'elles comprennent alors ayant été portées à la température t.

» Si l'on se rappelle le mode de déformation des différentes parties d'une barre forgée par des pannes à vives arêtes, on est frappé de l'analogie que présentent les deux ordres de phénomènes. Ce sont les zones de plus grand glissement qui se trouvent être les zones de plus grand développement de chaleur, et les figures, dessinées d'après les échantillons, ne laissent aucun doute sur la corrélation de ces deux effets, pour ainsi dire inséparables dans toutes les déformations des corps solides. L'un des effets accompagne constamment l'autre, et nous pensons qu'il n'avait été, jusqu'à présent, donné aucune image aussi probante de la localisation simultanée de ces deux effets.

» Nous laissons de côté, en ce moment, les confirmations que nous pourrions trouver cependant dans les grandes opérations industrielles, sauf à y revenir d'une manière tout à fait spéciale en les considérant alors dans leur ensemble.

» *Rendement mécanique du forgeage.* — C'est surtout dans les aires non évidées que nous avions quelque possibilité de faire le calcul indiqué ci-dessus. La dissémination de la chaleur devant être facilitée dans l'intérieur de la barre par la conductibilité même du métal, et la chaleur produite ne se manifestant que là où la température a atteint le point de fusion, le mode de calcul ne peut donner qu'une évaluation fort amoindrie de la quantité de chaleur développée, une partie du travail étant d'ailleurs employée à produire des ébranlements et l'échauffement même des points de la panne qui produisent le choc.

» Aussi avons-nous été fort étonné de voir souvent le rendement s'élever jusqu'à 80 pour 100; il est sensiblement moindre avec les métaux les plus conducteurs, ce qui s'explique facilement en ce que la dissémination de la chaleur par le métal de la barre se trouve nécessairement retardée.

» Nous donnerons comme exemples quelques-unes seulement de nos déterminations, en faisant remarquer que c'est surtout dans les expériences avec pannes arrondies que les rendements sont notablement plus faibles avec le cuivre qu'avec le fer.

» Pour les réductions inscrites au Tableau suivant, il suffit de faire remarquer que, pour le fer, le produit

$$\delta C \times 425 = 7,8 \times 0,0001058 \times 425 = 0,351$$

et, pour le cuivre, 0,323.

Fer. — Pannes à arêtes vives. Surfaces de fusion pleines.

Travail du mouton.	Aire de fusion.	Largeur de la barre.	Volume calculé.	Excès de la températ.	Produit.	Travail recueilli en chaleur.	Rendement.
kgm	cq	c	cc				
40..........	1,00	1,5	1,50	52	78,00	27,37	0,684
45..........	1,05	1,5	1,58	52	82,16	28,84	0,641
59..........	1,28	1,7	2,18	53	115,54	40,55	0,687
80..........	1,45	2,5	3,63	52	183,56	64,40	0,805
90..........	1,65	2,5	4,12	52	214,24	75,20	0,836
90..........	1,50	2,5	3,75	52	195,00	68,45	0,761
110..........	1,98	2,5	4,75	52	257,40	90,35	0,821

Cuivre. — Pannes à arêtes vives. Surfaces de fusion pleines.

45..........	0,95	2,0	1,90	52	98,10	31,66	0,704
60..........	1,00	2,5	2,50	52	130,00	41,99	0,700
70..........	1,50	2,0	3,00	52	156,00	50,39	0,720

» L'utilisation apparente diminue sensiblement lorsque les actions mécaniques sont moins énergiques, ou lorsque la barre forgée est de plus petite section. C'est là évidemment un effet de la dissémination de la chaleur, tant par les surfaces libres que par conductibilité.

» Puisque nous avons pu recueillir ainsi dans la barre forgée la plus grande partie de la chaleur dégagée, il faut en conclure que ce n'est pas le choc en lui-même, mais les déformations qu'il produit, qui sont la cause immédiate de ce dégagement. Nous pourrions ajouter que le chiffre élevé du rendement tendrait à faire croire que la chaleur interne est très faible dans ces sortes d'actions; s'il s'agissait d'un métal tel que le plomb, dont le volume ne varie pas sensiblement par l'influence des actions mécaniques auxquelles il peut être soumis, et dont l'état moléculaire ne semble pas s'être modifié, la chaleur interne serait rigoureusement nulle, et l'on doit croire que la même conclusion est applicable, par voie d'approximation, aux petites déformations que nous pouvons faire subir aux métaux les plus malléables.

» Lorsque la surface de fusion, au lieu d'être pleine, se compose de jambages plus ou moins réunis au centre, on ne peut plus supposer que la distribution de la chaleur est la même à la surface de la barre et dans son épaisseur; cependant nous avons calculé la quantité de chaleur correspondant à la figure extérieure de la cire fondue, d'une part, en considé-

rant l'aire comme pleine, sans tenir compte des parties évidées, et, d'autre part, en ne comptant que la véritable aire de fusion.

» Nous donnerons le Tableau de quelques-unes des évaluations ainsi calculées; mais, en appelant surtout l'attention sur les dernières expériences du mois de mai 1881, auxquelles appartiennent les figures reproduites ci-dessus, et pour lesquelles notre installation de la chute automatique du mouton était entièrement achevée.

Fer. — Pannes à arêtes vives. Surfaces de fusion évidées.

Travail du mouton.	Aire de fusion extérieure.	Aire de fusion réelle.	Épaisseur de la barre.	Volume calculé.	Excès de la tempér.	Produit.	Travail recueilli en chaleur.	Rendement déduit de l'aire extérieure.	Rendement déduit de l'aire réelle.
kgm	cq		c	cc					
25	1,05		1,50	1,57	50	78,50	27,55	1,020	
		0,50		0,75		37,50		0,877	0,526
30	1,00		1,50	1,50	50	75,00	26,32	0,877	
		0,55		0,87		43,50	15,26		0,505
35	1,00		1,50	1,50	50	75,00	26,32	0,752	
		0,60		0,90		45,00	15,80		0,451
40	0,90		1,50	1,35	50	62,51	21,94	0,548	
		0,70		1,05		52,50	18,43		0,461
45	1,10		1,60	1,76	52	91,52	31,98	0,711	
		0,55		0,88		45,76	15,99		0,355
85	1,40		2,40	3,36	50	168,00	58,97	0,694	
		0,70		1,68		84,00	29,48		0,347

Cuivre. — Pannes à arêtes vives. Surfaces de fusion évidées.

60	1,20		2,00	2,40	52	124,80	40,31	0,692	
		0,55		1,10		57,20	12,17		0,303

Fer. — Pannes à arêtes vives. Surfaces de fusion évidées.

Travail du mouton.	Aire de fusion extér.	Aire de fusion réelle.	Largeur de la barre.	Volume calculé.	Excès de la température.	Produit.	Travail recueilli en chaleur.	Rendement déduit de l'aire extér.	Rendement déduit de l'aire réelle.	Forme de l'aire de fusion.
kgm	cq		c	cc						
20,75	1,00		1,80	1,80	45	81,00	28,43	1,370		*fig.* 1
		0,10		0,18		8,10	2,84		0,137	
30,75	1,05		1,80	1,89	45	85,05	29,85	0,971		*fig.* 2
		0,19		0,34		15,30	5,37		0,174	
40,75	1,00		1,80	1,80	45	81,00	28,43	0,698		*fig.* 3
		0,32		0,58		26,00	9,13		0,224	
50,75	1,30		1,80	2,04	45	91,80	32,22	0,636		*fig.* 4
		0,65		1,17		52,65	18,18		0,358	

Travail du mouton.	Aire de fusion extér.	Aire de fusion réelle.	Largeur de la barre.	Volume calculé.	Excès de la tempé-rature.	Produit.	Travail recueilli en chaleur.	Rendement déduit de l'aire extér.	Rendement déduit de l'aire réelle.	Forme de l'aire de fusion.
kgm	cq		c	cc						
60,75	1,10		1,80	1,99	45	89,55	31,33	0,515		*fig.* 5
		0,44		1,23		55,35	19,42		0,320	
70,00	1,30		1,80	2,34	45	105,30	37,46	0,535		*fig.* 6
		0,82		1,48		66,60	23,78		0,340	
80,00	1,50		1,80	2,70	45	121,50	42,65	0,533		X évidé
		0,98		1,74		78,73	27,63		0,666	

» *Conclusions.* — D'après les indications qui précèdent, on est en droit de conclure :

» 1° Que le développement de chaleur résultant du forgeage dépend de la forme des pannes et de l'intensité des chocs;

» 2° Que, pour des pannes à arêtes vives, le procédé que nous avons employé permet de mettre ce développement en évidence, plus particulièrement au voisinage des arêtes des pannes et au centre de la barre forgée ;

» 3° Que ces points correspondent au plus grand glissement de la matière, et que ce glissement est bien réellement le phénomène mécanique qui donne lieu au phénomène calorifique;

» 4° Que, pour des actions suffisamment énergiques et pour des barres de dimensions suffisantes, on retrouve ainsi en chaleur les $\frac{8}{10}$ environ du travail dépensé dans la percussion ;

» 5° Que les figures formées par la cire fondue, pour des chocs de moindre intensité, fournissent une sorte de diagramme du mode de répartition de la chaleur et du mode de déformation à l'intérieur de la barre ;

» 6° Que, dans ces conditions de moindre choc, le calcul du coefficient de rendement ne conduit plus qu'à des résultats tout à fait insuffisants.

» La même étude, conduisant à des conclusions analogues, a été faite avec des pannes arrondies; le rendement reste à peu près le même, mais le mode de répartition de la chaleur est essentiellement différent. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un appareil propre à l'étude des mouvements du sol.* Note de M. C. Wolf.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie l'appareil qui va être installé à l'Observatoire, pour l'étude des oscillations du sol et des déviations de la verticale. Avant d'enterrer cet appareil dans nos caves, à 27^m de profon-

deur, j'ai pensé que l'Académie le verrait avec intérêt, et qu'il y avait utilité à le soumettre à l'examen de nos savants Confrères. J'essayerai en même temps de bien définir les résultats que peuvent donner de semblables appareils.

» L'idée d'étudier les déviations de la verticale n'est pas nouvelle à l'Observatoire. Déjà en 1871, M. Delaunay avait installé dans ce but un instrument d'une extrême délicatesse. Dans le puits qui s'ouvre au milieu de la terrasse du sud, était suspendu un fil à plomb d'environ 30^m de long, dont le poids portait un miroir vertical. Ce poids était muni à sa partie inférieure d'une ailette, butant contre une pointe fixe en un point situé très près de l'axe de suspension. Dès lors toute déviation du fil à plomb dans un plan perpendiculaire à celui de l'ailette se traduisait par une rotation, que l'on mesurait en visant une échelle fixe par réflexion dans le miroir. La longueur du fil étant de 30^m, si la distance de la pointe à l'axe était de $0^m,01$, une déviation de la verticale se traduisait par une rotation 3000 fois plus grande. C'est, on le voit, le même principe que MM. G. et H. Darwin ont appliqué, sous une forme un peu différente, dans leur appareil installé au laboratoire de Cavendish, à Cambridge.

» Mais les observations furent rendues impossibles par une circonstance que l'on n'avait pas prévue. Dans ce puits vertical de 30^m de profondeur, la température, constante à la partie inférieure, était sans cesse variable de bas en haut, tantôt plus élevée, tantôt plus basse dans les couches supérieures, suivant les saisons. De là résultait une rotation du fil de suspension, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, qui ne put jamais être annulée.

» La variation de la température dans un puits vertical intervient également dans les observations faites par réflexion sur un bain de mercure. Il en résulte d'abord un trouble et même un déplacement accidentel de l'image; en second lieu, la fixité du microscope d'observation par rapport à l'objectif ne peut être affirmée.

» J'ai cherché à éviter ce double inconvénient dans l'appareil des caves : 1° j'ai rendu horizontal le faisceau de lumière qui se réfléchit sur le mercure; un couloir de trente et quelques mètres de long m'assurait une ligne de visée où ce faisceau traverserait des couches horizontales absolument tranquilles et à température constante; 2° j'ai transformé les mesures absolues des positions de l'image en mesures différentielles; c'est ce caractère d'appareil différentiel qui me paraît constituer l'originalité du nouvel instrument.

» Au-dessus du bain de mercure et invariablement fixé à la cuvette qui le contient, est un prisme creux de fonte de fer, dont la face hypoténuse, inclinée à 45°, porte un miroir plan en verre argenté, et la face verticale un objectif simple de 24^{cm} de diamètre et de 30^{m} environ de foyer. Les faces de cet objectif sont taillées de manière à donner l'aberration minima pour la lumière jaune. Un petit trou percé dans une plaque métallique, placée à 30^{m}, envoie sur l'objectif un faisceau de lumière jaune monochromatique qui, après deux réflexions sur le miroir argenté et sur le mercure, revient au point de départ former une image qu'on observe avec un microscope de très faible pouvoir amplifiant.

» L'appareil ne diffère jusqu'ici de la nadirane de M. d'Abbadie qu'en ce que la réflexion s'y fait horizontalement. Reste à le transformer en appareil différentiel. A cet effet, le centre de la cuvette à mercure porte un support plan de 14^{cm} de diamètre, sur lequel repose un miroir plan en verre argenté de même diamètre. Le microscope voit donc deux images du même point lumineux, l'une réfléchie sur le mercure, l'autre réfléchie sur le miroir argenté. Ce sont les déplacements relatifs de ces deux images qu'on mesure à l'aide d'un micromètre à deux vis rectangulaires.

» Je prends pour axe des z la droite qui joint, à l'origine du temps, le centre optique du grand objectif au centre optique de l'objectif du microscope; l'axe du microscope coïncide à l'origine avec cette droite. Le plan perpendiculaire est le plan vertical qui contient, à l'origine, la normale commune au miroir horizontal et au mercure. Cette normale sera l'axe des x, l'horizontale du plan l'axe des y. Les x seront comptés positivement de bas en haut, les y de l'ouest vers l'est, les z positifs du nord vers le sud. L'axe des z est à peu près dans le méridien.

» Le point lumineux coïncide avec le centre optique de l'objectif du microscope, ou lui est invariablement lié.

» Un déplacement quelconque de ce point, ou plus exactement une translation parallèle de l'axe du microscope, se décompose suivant les trois axes. La composante suivant l'axe des z a pour effet un dépointement du microscope; ce dépointement est absolument insensible, une fraction de millimètre sur 30^{m}.

» Les deux autres composantes δx et δy produisent des déplacements $-\delta x$ et $-\delta y$ communs aux deux images et n'en changent pas la position relative.

» Une rotation du microscope autour d'un point quelconque se décompose en un déplacement parallèle de l'axe et une rotation de cet axe

autour du centre optique de l'objectif. Les déplacements qui en résultent sont encore communs aux deux images. Il en est de même de tout déplacement parallèle de l'appareil réflecteur. Ces déplacements ou rotations n'interviennent donc pas dans le résultat des mesures. Si les deux images étaient superposées, elles restent superposées malgré les déplacements relatifs des deux parties de l'appareil et la rotation du microscope.

» Considérons maintenant les rotations de l'appareil réflecteur. J'admets que les positions relatives des deux miroirs et de l'objectif sont invariables : cela résulte de la constance de la température. Une rotation quelconque de l'appareil se décompose en trois rotations autour des trois axes. La rotation autour de l'axe vertical déplace simultanément les deux images : il n'y a pas à en tenir compte.

» Une rotation α autour de l'axe des y, positive quand elle se produit des x positifs vers les z positifs, produit une rotation 2α du faisceau réfléchi sur le petit miroir argenté et une rotation 4α du faisceau réfléchi sur le mercure. Le déplacement relatif des deux images est donc

$$F \operatorname{tang} 4\alpha - F \operatorname{tang} 2\alpha \quad \text{ou} \quad F 2\alpha \operatorname{tang} 1''.$$

» Une rotation β autour de l'axe des z ne produit aucun déplacement de l'image réfléchie par le miroir argenté, mais elle dévie d'un angle 2β le faisceau réfléchi sur le mercure, en le laissant dans le plan horizontal à un infiniment petit près du deuxième ordre. Le déplacement relatif des deux images est donc $F \operatorname{tang} 2\beta$ dans le plan des zy.

» Supposons maintenant une déviation de la verticale. On la décomposera de même en trois. La rotation autour de l'axe des x reste sans effet. La rotation α autour de l'axe des y déplace l'image mercurielle de $F \operatorname{tang} 2\alpha$ dans le plan des zx. Enfin la rotation β autour de l'axe des z déplace cette image de l'angle 2β dans le plan des zy.

» Cette discussion fait voir :

» 1° Que la fixité relative du microscope et de l'appareil réflecteur est rendue superflue : on pourrait à la rigueur tenir à la main le point lumineux et le microscope invariablement fixés l'un à l'autre ;

» 2° Qu'il est indispensable que les pièces de l'appareil réflecteur soient invariablement fixées les unes aux autres et à leur support. Or, dans les conditions où sera installé l'appareil, cette fixité résulte de la constance de la température de l'enceinte. Aucun mouvement dû à la dilatation ne pouvant se produire, il suffit d'éviter ceux qui résulteraient de l'oxydation des pièces métalliques. Tous les joints sont hermétiquement recouverts

d'une couche épaisse de peinture au minium, et les extrémités des vis calantes sont noyées dans un bain de vaseline.

» La fixité du support sera celle du sol lui-même, c'est-à-dire du banc de calcaire dans lequel sont creusées les caves de l'Observatoire. Je me suis assuré d'abord, par l'observation du bain de mercure, que les ébranlements de la surface ne se transmettent pas à cette profondeur de 27^m. Le pilier sur lequel reposera l'appareil a été bâti en meulière et ciment de Portland sur le roc lui-même; il est encastré latéralement dans le banc calcaire, et il vient se relier supérieurement au plafond de la carrière. On peut donc le considérer comme ne faisant qu'un avec le sol. Le microscope et la source de lumière, qui n'ont pas besoin d'autant de fixité, seront simplement portés par un socle en fonte scellé dans la paroi du couloir d'observation.

» 3° Dans tous les cas examinés, le déplacement relatif des deux images mesure la différence des rotations du miroir horizontal et du mercure. C'est cette différence qui seule peut être rendue sensible et mesurée, sans qu'il soit possible de séparer les deux effets ni de savoir lequel des deux miroirs, argent ou mercure, s'est déplacé.

» Quelle est alors la signification de la quantité mesurée?

» La température étant constante et les ébranlements superficiels ne se communiquant pas dans les caves, une rotation du miroir horizontal de verre argenté ne peut résulter que d'une action venant de l'intérieur de la Terre. Cette action sera périodique ou accidentelle : périodique si elle provient de la marée intérieure, dont les expériences faites dans les mines de Dux semblent démontrer l'existence; accidentelle si elle résulte d'un tremblement de terre.

» L'action périodique est précisément l'une des quantités que l'on cherche à mettre en évidence dans ces observations. Elle ne paraît pas d'ailleurs pouvoir être séparée de la déviation proprement dite de la verticale.

» Elle se traduira par une allure périodique de la courbe dont les abscisses sont les temps et les ordonnées les déplacements relatifs des deux images. Les variations accidentelles se traduiront par des sauts brusques de la même courbe.

» Il suit de là que des observations trop espacées ne donneront aucun résultat, si ce n'est peut-être la démonstration de la fixité relative des deux images; mais que des observations continues pourront mettre en évidence les deux ordres de phénomènes. Je me propose d'appliquer plus tard dans

ce but l'enregistrement photographique à l'observation continue des images.

» Reste à savoir si l'appareil est suffisamment sensible pour mettre en évidence les mouvements périodiques dont je viens de parler. La distance focale de l'objectif étant de 30^m, une déviation d'une seconde se traduira par un déplacement de l'image de $0^{mm},3$; il ne sera pas possible de mesurer des quantités moindres qu'un vingtième de seconde. Il est donc bien certain que l'appareil nadiral simple ne pourra démontrer ni les variations de la verticale, ni les effets de la marée intérieure hypothétique. A mon sens, le rôle des appareils nadiraux se borne à celui de véritables séismomètres.

» Mais, tandis que, dans toutes les expériences instituées jusqu'à ce jour avec le bain de mercure, le pendule ou le niveau, les influences extérieures des ébranlements superficiels, de la chaleur solaire et des tassements du sol sont venues superposer leurs effets à ceux des forces cosmiques, j'ai tout lieu de croire que l'installation de l'appareil dans les caves de l'Observatoire le tiendra à l'abri de ces influences perturbatrices. Si donc il venait à démontrer que les oscillations géologiques du sol sont assez peu marquées à Paris, il y aurait lieu de recourir à un autre instrument plus sensible pour rechercher les oscillations astronomiques dues à l'action de la Lune et du Soleil. Le principe de l'appareil que je me propose d'employer alors m'a été indiqué il y a plusieurs années par M. Ad. Martin : il consiste à produire des réflexions multiples d'un faisceau de lumière entre un bain de mercure et un miroir plan parallèle. Toute rotation α de la surface du mercure par rapport au miroir fixe se traduit, à chaque réflexion sur le mercure, par une déviation 2α du rayon, de sorte qu'après n réflexions le rayon a tourné d'un angle $2n\alpha$, quantité qui peut devenir mesurable, quelque petit que soit α, si n est suffisamment grand. Ce principe a été réalisé comme il suit dans un projet que j'ai soumis, il y a quelques années, à M. le Directeur de l'Observatoire.

» Entre les deux miroirs circulaires et aux extrémités d'un même diamètre, je place deux prismes de verre équilatéraux, les arêtes horizontales et la face extérieure verticale. Les rayons issus du foyer d'une lunette horizontale pénètrent normalement dans le prisme et se partagent en deux faisceaux qui, par réflexion totale, sont renvoyés l'un en bas sur le mercure, l'autre en haut sur le miroir argenté. Après un même nombre de réflexions alternatives, ils arrivent tous deux au second prisme équilatéral et, réfléchis sur eux-mêmes par la face extérieure verticale qui est argentée, ils reviennent

par le chemin qu'ils ont déjà parcouru jusqu'au foyer de la lunette, où ils donnent l'image du point lumineux. Le déplacement de cette image par rapport au point mesurera la rotation relative des deux surfaces réfléchissantes autour d'un axe perpendiculaire à la direction de la lunette. Une deuxième lunette et deux autres prismes disposés à angle droit avec le premier système donneront la rotation autour d'un axe perpendiculaire au premier. Le tout serait porté sur un pilier unique et, dans nos caves à température constante, constituerait un ensemble soumis aux seuls déplacements du sol et de la verticale. »

MÉMOIRES LUS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur l'épidémie de choléra qui règne en Egypte et sur les chances que l'Europe a d'en être préservée.* Note de M. A. FAUVEL [1].

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« Lorsque, dans le Mémoire lu à l'Académie des Sciences le 28 mai dernier, j'exprimais la crainte de voir prochainement supprimées, sous la pression des intérêts mercantiles de l'Angleterre, aujourd'hui prépotents en Égypte, les garanties qui, depuis 1865, avaient préservé ce pays des atteintes du choléra, je ne pensais pas être si près du jour où mes craintes allaient être réalisées; j'avais principalement en vue le prochain pèlerinage de la Mecque qui doit avoir lieu au mois de septembre et nous insistions pour que rien ne fût changé aux dispositions préventives de l'année dernière.

» Malheureusement la loi que j'ai établie touchant le rôle des foyers endémiques de choléra dans l'Inde avait jusqu'à ce jour été méconnue à Constantinople et en Égypte. On y admettait jusqu'à un certain point la doctrine commerciale anglaise qui considérait comme entièrement inoffensifs ces foyers endémiques, tant qu'ils ne sont pas le siège d'une épidémie. Or, ainsi que je l'ai démontré dans mon Mémoire du 28 mai, comme jamais le choléra n'y prend les proportions d'une importante épidémie, les autorités indiennes en profitent pour délivrer toujours des patentes nettes aux navires partant de ces foyers, notamment de Bombay, et cela malgré les

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

nombreux exemples prouvant combien cette doctrine est erronée et dangereuse.

» Un incident est venu accentuer la prépotence de l'autorité anglaise au Conseil international d'Alexandrie déjà en partie désorganisé et soumis à son influence.

» A l'occasion d'une recrudescence cholérique survenue à Bombay en avril et en mai, le Conseil sanitaire de Constantinople et celui d'Alexandrie avaient décidé qu'il y avait lieu de soumettre à la quarantaine les provenances de Bombay. Mais l'autorité anglaise intervint à ce sujet et à propos de pèlerins indo-javanais que le Conseil voulait maintenir en quarantaine.

» Par l'entremise de son délégué, l'autorité anglaise prétendit que, la question n'étant pas prévue par le règlement, le Conseil n'avait pas le droit de la trancher d'urgence et qu'il fallait la renvoyer à l'étude d'une Commission spéciale, c'est-à-dire de l'ajourner indéfiniment. Et comme un certain nombre de membres protestaient contre cette prétention, le délégué anglais et ses adhérents quittèrent la séance de manière que le Conseil ne se trouvât plus en nombre pour voter.

» Cette tactique fut renouvelée plusieurs fois, la dernière avec menaces de la part du délégué anglais : si bien que, grâce à la suspension de toute action du Conseil sanitaire, l'omission de toute précaution contre les provenances de l'Inde eut lieu dès la fin du mois de mai. La Porte, instruite de ce qui se passait, fit des menaces de représailles contre l'Égypte, et l'administration égyptienne se décida à rétablir, du moins en apparence, les mesures supprimées; mais il était trop tard, et bientôt le choléra éclatait à Damiette.

» De notre côté, avertis par M. Guillois de l'état des choses au Conseil d'Alexandrie et des conséquences qui allaient en résulter, des démarches allaient être faites dans le but d'y remédier, lorsque la nouvelle nous parvint de l'apparition du choléra à Damiette.

» On put croire un instant qu'il ne s'agissait que d'une épidémie locale cholériforme, due à des causes d'insalubrité; mais bientôt le caractère et la marche de la maladie ne laissèrent plus de doute sur sa nature : c'était le choléra asiatique avec son caractère envahissant.

» Bien plus, il fut permis de remonter à la source du mal et de reconnaître qu'il avait été importé par des marchands de Bombay venus pour une foire qui se tient à cette époque au voisinage de Damiette; on constata en outre qu'un chauffeur débarqué d'un navire anglais suspect s'était rendu à Damiette. Ainsi, selon toute vraisemblance, le choléra a été importé

en Égypte par les provenances de Bombay. Je laisse à chacun le soin de juger à qui incombe la responsabilité de cette importation.

» C'est en vain que le gouvernement anglais, intéressé à ne voir dans l'épidémie qui s'était manifestée à Damiette que le résultat de causes d'insalubrités locales, fit intervenir l'autorité d'un des plus éminents médecins de l'Angleterre qui vint affirmer en plein Parlement que l'épidémie en question, due à des causes d'insalubrité, resterait localisée et n'aurait pas de suites. La marche de la maladie est venue bientôt démentir les affirmations un peu hasardées du médecin dont je parle; tant il est vrai qu'un mérite éminent, sans une connaissance complète du sujet, ne suffit pas pour trancher une pareille question.

» L'Académie sait par les journaux quels développements l'épidémie a pris depuis le commencement de juillet. Après des tentatives infructueuses pour en arrêter l'extension au moyen de cordons sanitaires, frappés eux-mêmes par la maladie, le choléra a fait invasion au Caire vers le 14 juillet. On sait déjà avec quelle rapidité il s'y propage, mais on ignore encore dans quelles proportions, attendu que l'autorité anglaise, qui s'est emparée du service sanitaire, ne publie que ce qu'il lui convient de faire connaître.

» Il est certain toutefois qu'au Caire l'épidémie prendra de grandes proportions et que de ce foyer la maladie va s'étendre à toute l'Égypte. Le premier soin de l'autorité anglaise a été de mettre autant que possible les troupes britanniques à l'abri de l'épidémie, en les envoyant camper dans l'isolement à quelque distance de la ville. On affirme cependant que quelques hommes parmi ces troupes auraient déjà été atteints.

» Quoi qu'il en soit, il n'est pas douteux qu'Alexandrie, où le choléra a décidément fait son apparition, ne soit bientôt généralement envahie, et qu'alors commencera pour l'Europe la période de grand danger. C'est ici que se pose pour nous la question des chances que nous avons d'y échapper.

» Je constate d'abord qu'aujourd'hui l'Europe est entièrement exempte du choléra asiatique qui règne en Égypte, car il faut bien se garder d'ajouter foi aux bruits qui sont répandus par l'ignorance et qui se rapportent à des accidents cholériformes qu'on observe chaque année à pareille époque et qui n'ont qu'une analogie grossière avec le choléra asiatique proprement dit. La maladie ne s'est donc pas encore propagée hors de l'Égypte.

» En 1865, la propagation fut très rapide; mais l'Europe n'était pas alors préparée à se défendre et elle fut envahie sur plusieurs points à la fois.

» Aujourd'hui il n'en est plus de même : l'Europe, avertie à temps, est préparée à se défendre par des moyens préventifs des plus énergiques ; on

peut même dire qu'à certains égards ces moyens sont exagérés et que, sous ce rapport, l'Angleterre paye chèrement la faute qu'elle a commise en Égypte. Pour avoir voulu épargner certaines mesures de précaution à quelques-uns de ses navires venant de l'Inde, tout son commerce est rudement frappé. C'est une punition méritée qui lui aurait été épargnée si elle avait tenu compte des avertissements réitérés qui lui ont été donnés.

» Les prescriptions quarantenaires, comme je viens de le dire, sont plutôt exagérées qu'insuffisantes partout en Europe, et, si l'on en jugeait par la sévérité de ces prescriptions, on pourrait se croire parfaitement garanti de l'invasion du fléau; malheureusement autre chose est la prescription, autre chose est l'exécution, et il est à craindre que celle-ci ne fasse défaut sur quelques points.

» Le danger de l'invasion du choléra est en grande partie proportionné à la distance du point infecté. C'est ainsi que la *Syrie,* par sa proximité de l'Égypte, est le pays le plus menacé par les personnes provenant de l'Égypte. Il y a bien un grand lazaret à Beyrouth où les provenances d'Égypte sont reçues; le sultan vient d'organiser une croisière destinée à surveiller la côte; néanmoins rien n'empêchera des fuyards montés sur des barques d'aborder la Syrie.

» Ce pays est donc le premier menacé.

» En revanche, il est possible d'y circonscrire le fléau comme on l'a déjà fait plusieurs fois; de sorte que l'extension du choléra en Syrie ne compromettrait pas nécessairement l'Europe.

» Je n'en dirai pas autant de *Constantinople* si, malgré les barrières qui en défendent les approches, le choléra venait à y pénétrer. C'est en vain que la *Russie* par ses quarantaines dans la mer Noire, que la *Roumanie* et la *Bulgarie,* celle-ci par des mesures où se trahit une intention politique, chercheraient à se garantir du fléau.

» Celui-ci se ferait jour malgré les barrières plus apparentes que réelles dans ces pays où le terrain est tout préparé pour le recevoir.

» Vient ensuite la *Grèce* qui, depuis la guerre de Crimée où notre armée lui apporta le choléra, a réussi à se garantir des épidémies ultérieures.

» Sa position quasi insulaire, ses relations commerciales limitées y favorisent les mesures d'isolement. Il est donc infiniment probable que la *Grèce* réussira encore cette fois à se préserver.

» Dans la mer Adriatique et notamment à *Trieste* les garanties sont moins certaines; et il est à craindre que, à raison des intérêts commerciaux prédominants, la mise à exécution des mesures prescrites à *Trieste* ne laisse

beaucoup à désirer. C'est un des points faibles de la défense européenne.

» L'*Italie* a édicté dernièrement les précautions les plus sévères contre les provenances contaminées; il est certain que le gouvernement fera tous ses efforts pour les faire exécuter. Mais que peuvent les bonnes intentions du gouvernement italien avec des moyens d'action insuffisants et contre les habitudes invétérées des agents chargés de l'exécution? Et comme la masse des fuyards se dirigera vers les ports d'Italie, il est à craindre que ce pays ne devienne la porte d'entrée du choléra en Europe.

» Je laisse de côté l'*Espagne* qui se défend par des moyens qu'on peut qualifier d'exagérés, mais où la distance et le peu de relations avec l'Égypte constituent encore les principales garanties contre l'importation directe de la maladie.

» Quant au littoral français, les mesures qu'on y pratique depuis le début de l'épidémie permettent d'affirmer qu'il y a bien peu de chances pour que le choléra pénètre en France de ce côté.

» Mais il ne faut pas perdre de vue que cette barrière générale, aujourd'hui très puissante, n'aura plus qu'une efficacité restreinte le jour où le choléra aurait pénétré en Europe.

» Dès lors aucun obstacle sérieux ne pourrait être opposé à sa marche envahissante par les moyens de communications rapides qui unissent entre elles toutes les parties de l'Europe : il ne resterait plus dans chaque pays qu'à se préparer à en diminuer les ravages par des mesures d'hygiène appropriées.

» Ainsi l'intérêt capital du moment consiste à prévenir l'invasion en Europe par un point quelconque de son territoire.

» On a beaucoup agité la question de savoir si l'Angleterre, par le fait de son obstination à ne prendre chez elle aucune mesure de quarantaine contre les provenances des pays infectés, ne pourrait pas en ce moment être la voie d'introduction du choléra qui se propagerait ensuite au continent.

» Je ne partage pas cette crainte. On ne doit pas perdre de vue que l'Angleterre est en relations constantes avec les pays indiens où règne le choléra sans qu'il en soit jamais résulté une importation de la maladie. La durée du voyage entre *Port-Saïd* et l'Angleterre n'est pas moindre que 14 jours pour les paquebots rapides.

» Or, après 14 jours sans accidents cholériques à bord, il n'y a plus aucune chance d'importation par les *personnes*, et comme le gouvernement anglais déclare qu'en cas de cargaison suspecte il a ordonné des mesures de désinfection, presque tout danger est écarté de ce côté.

» L'histoire du choléra en Angleterre nous montre en effet que toutes les fois que ce pays a été le théâtre d'une épidémie cholérique, c'est quand la maladie régnait dans les mers du nord de l'Europe que l'invasion a eu lieu. Ainsi les craintes exprimées aujourd'hui du côté de l'Angleterre sont contredites par l'expérience.

» Après les considérations qui précèdent, peut-on affirmer qu'il y ait encore des chances sérieuses pour l'Europe d'échapper à l'épidémie qui la menace?

» En tenant compte des lois auxquelles sont soumises les épidémies de choléra, je n'hésite pas à répondre par l'*affirmative*. Une de ces lois est que plus une épidémie de choléra a une extension rapide et sévit avec violence dans un pays, plus sa durée est courte et son extinction rapide.

» Telle fut l'épidémie de 1865 en Égypte, où les médecins envoyés d'Europe n'eurent pas le temps d'arriver pour y observer la maladie.

» A voir ce qui se passe aujourd'hui, il est probable qu'il en sera de même pour l'épidémie actuelle et que d'ici à un mois ou six semaines au plus le choléra sera éteint en Égypte.

» Je n'irai pas jusqu'à dire qu'après ce temps tout danger aura disparu pour l'Europe, car il y aura encore pendant quelque temps des cas retardataires et la désinfection du pays ne sera pas complète, mais le danger d'exportation sera considérablement diminué et la défense sera devenue plus facile.

» Il est donc permis d'affirmer que si l'Europe continue à se bien défendre pendant un mois encore, elle aura des chances sérieuses pour échapper au choléra.

» En *résumé*, l'épidémie de choléra asiatique qui sévit en Égypte aujourd'hui y a été *importée de l'Inde*.

» Cette importation est la conséquence de la *suppression des mesures préventives* qui défendaient ce pays.

» La *responsabilité* en revient tout entière à l'autorité anglaise, venant à l'appui de la doctrine mercantile imaginée dans l'Inde.

» L'Europe aujourd'hui est grandement menacée de l'invasion du fléau; mais, grâce aux mesures défensives instituées de toutes parts et à la probabilité que l'épidémie n'aura qu'une courte durée en Égypte, *il y a espoir fondé* que l'Europe ne sera pas envahie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les origines de l'azote combiné existant à la surface de la terre*. Note de MM. **A. Müntz** et **E. Aubin**.

(Commissaires : MM. Dumas, Boussingault, Berthelot, H. Mangon, Schlœsing.)

« On admet que l'azote combiné, qui existe à la surface du globe et qui se trouve à l'état de matière organique ou à l'état de composés minéraux, susceptibles d'être assimilés par les êtres vivants, a pour origine première les phénomènes électriques dont l'atmosphère terrestre est le siège. Cavendish a montré que les décharges électriques, produites dans l'air, font entrer l'azote en combinaison. Ce corps devient ainsi capable de servir d'aliment aux végétaux. D'un autre côté, M. Berthelot a trouvé que, sous l'influence de tensions électriques très faibles, l'azote aérien pouvait se combiner aux matières organiques et entrer ainsi dans le cycle de la vie. Quant à l'azote libre qui constitue la grande masse de l'atmosphère terrestre, il ne paraît pas susceptible d'être utilisé par les êtres vivants, en dehors des cas où l'électricité le rend apte à entrer en combinaison. Les expériences de M. Boussingault sur les végétaux, celles de M. Schlœsing sur le sol, ont montré qu'une absorption directe de l'azote n'avait pas lieu. Nous sommes donc toujours en présence de cet agent unique, l'électricité, chargé de fournir aux êtres vivants l'azote dont ils ont besoin.

» La combustion vive qui s'exerce aux dépens des matières organiques, quoique entraînant la combinaison d'une certaine quantité d'azote aérien, ne peut pas être considérée comme une cause d'enrichissement en azote combiné, puisqu'elle détermine l'élimination, à l'état libre, de la plus grande partie de l'azote que ces matières renferment, produisant ainsi deux actions inverses, dont la dernière, qui consiste en la destruction des combinaisons azotées, est prédominante.

» En regard de cette cause de production d'azote combiné, plaçons les causes de déperdition : la combustion vive, phénomène très limité; la combustion lente qui, s'exerçant d'une manière continue et sur toute la surface du globe, rend à l'atmosphère, à l'état libre, une partie de l'azote des matières qui se décomposent; cette cause de déperdition peut être regardée comme la plus importante; enfin, dans des cas exceptionnels, il

peut y avoir réduction des nitrates des eaux ou des sols privés d'oxygène. Il importe de savoir si l'équilibre existe entre les forces inverses qui sont en jeu et si, par suite, nous pouvons regarder comme sensiblement constantes les quantités d'azote assimilable qui circulent à la surface du globe.

» La détermination de l'apport par l'électricité atmosphérique est la partie la plus importante du problème. On sait que les nitrates ou nitrites, produits sous l'influence de cet agent, sont amenés dans les parties basses par les eaux pluviales, dans lesquelles on peut déterminer leur proportion par des méthodes très rigoureuses. Il semble donc qu'en établissant, dans des points éloignés du globe, un certain nombre de stations, dans lesquelles on déterminerait les quantités moyennes de pluie en même temps que leur teneur moyenne en acide nitrique, on arriverait à la solution d'un des côtés les plus intéressants du problème. Déjà nous connaissons, pour plusieurs points de l'Europe, l'apport de l'atmosphère en composés nitrés. Des déterminations ont été faites en France, en Angleterre, en Allemagne, en Italie. Sans qu'on puisse regarder les valeurs obtenues comme tout à fait absolues, on peut dire cependant que l'ordre de grandeur de ces quantités est déterminé.

» Mais il convient de faire observer que, sous notre climat, les phénomènes électriques sont loin d'avoir l'intensité ou la continuité qu'ils ont dans les régions tropicales et que, par suite, on doit s'attendre à trouver dans ces dernières une production de nitrates bien supérieure à celle que nous constatons en Europe. Déjà M. Boussingault avait pensé qu'il devait en être ainsi ; cependant nous ne connaissons aucune observation directe, faite sous les tropiques, nous indiquant les quantités de nitrates apportées par les eaux pluviales. Il y a un grand intérêt à combler cette lacune.

» Le dosage des nitrates est une opération délicate et, dans des stations éloignées du laboratoire, il peut être utile de préparer l'échantillon de manière à pouvoir faire la détermination au retour. Dans ce but, nous avons étudié les conditions dans lesquelles un semblable procédé pouvait être appliqué. L'évaporation d'une certaine quantité d'eau de pluie, en présence de la potasse et en se mettant à l'abri du contact de l'air et spécialement des gaz de la combustion, si riches en composés nitrés, la conservation dans l'alcool du produit évaporé à un petit volume, permettent de faire des prélèvements d'échantillons qu'on peut rapporter, sous cette forme réduite, au laboratoire, après un temps indéterminé, et dans lesquels on peut alors doser les nitrates avec toute la précision désirable. Nous nous sommes assurés qu'aucune modification ne se produisait dans la proportion de ni-

trate, soit par le mode opératoire, soit par la durée de la conservation.

» Cette méthode peut servir aussi bien pour les eaux de rivières, de sources, etc., que pour les eaux pluviales. On emploie une quantité d'eau de 3 à 5^{lit} qu'on réduit par l'évaporation à un volume d'environ 30^{cc}, puis on ajoute 60^{cc} d'alcool. Les nitrates se conservent ainsi indéfiniment, ce qui n'a pas lieu lorsqu'on garde, pendant un certain temps, les eaux en nature. Nous avons arrêté la forme des appareils nécessaires pour recueillir et traiter les eaux pluviales et nous serions heureux de pouvoir confier ces opérations, d'une exécution facile, à des personnes habitant des points éloignés du globe, et spécialement les régions tropicales, où les phénomènes électriques jouent un si grand rôle.

» Si les quantités d'azote combiné ainsi apportées aux êtres vivants ne sont pas, sur une partie de la surface du globe, supérieures à ce qu'elles sont chez nous, il semblerait difficile d'expliquer, par l'électricité seule, la compensation de l'azote incessamment perdu et surtout l'accumulation de l'azote combiné qui existe à la surface du globe. Il faudrait alors chercher une autre cause de production des composés azotés. Nous serions tentés de la placer dans les combustions vives qui se sont produites à une époque de l'existence du globe terrestre, alors que les éléments qui étaient auparavant dissociés sous l'influence d'une température élevée se sont combinés en présence d'oxygène et d'azote, entraînant ainsi la formation de composés nitrés. On sait, en effet, qu'il se forme de grandes quantités d'acide nitreux, chaque fois qu'un corps brûle dans l'air. Pour ne conserver aucun doute sur la réalité de ce fait, nous avons opéré la combustion, dans l'air, d'un certain nombre de métalloïdes et de métaux et nous avons, dans tous les cas, constaté la formation des composés nitrés. En cherchant le rapport entre les quantités des différents corps simples brûlés et les quantités correspondantes d'azote entré en combinaison, nous avons trouvé que l'intensité de ce phénomène était très grande [1]. Les combustions, produites dans la masse terrestre, de l'hydrogène, du silicium, des métaux, ayant eu lieu en présence de l'azote et d'un excès d'oxygène, ont donc dû provoquer une formation abondante de combinaisons oxygénées de l'azote, combinaisons assez stables à des températures élevées, surtout en présence de l'oxygène.

» A l'origine du développement des êtres organisés, il y aurait donc eu,

---

[1] Ainsi, dans nos expériences, 1^{gr} d'hydrogène brûlant dans l'air a donné naissance à $0^{gr},001$ d'acide nitrique; 1^{gr} de magnésium en a donné $0^{gr},100$.

d'après ces idées, un stock considérable de composés nitrés, et peut-être faudrait-il attribuer la puissance de la vie végétale et animale, aux époques géologiques, à cette abondance d'azote combiné qui, de notre temps, est rare et qu'il faut ajouter au sol, au prix de grandes dépenses, pour en augmenter la fertilité. Dans cette interprétation, il semblerait donc que nous vivons sur un stock d'azote combiné produit à l'origine et que nous sommes exposés à voir cette quantité décroître, sous l'influence des causes qui rendent à l'état gazeux l'azote qui avait servi à la formation des tissus des êtres vivants, à moins que l'apport dû à l'électricité atmosphérique ne soit une cause de réparation suffisante. »

VITICULTURE. — *Sur l'utilisation, pour la culture de la vigne, des terrains sablonneux des Landes et de la Gironde.* Extrait d'une Lettre de **M. A. Robinson** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Je viens de lire, dans les *Comptes rendus* du 11 juin dernier (tome XCVI, page 1709), l'extrait d'une Lettre de M. Pallas, relative à l'utilisation des terrains sablonneux des Landes et de la Gironde, pour la culture de la vigne. Permettez-moi, à ce propos, de rappeler quelques faits.

» Dès 1579 environ, l'Adour s'étant détourné à son embouchure et cessant d'arroser le territoire du Vieux-Boucau et ses environs, les habitants, dont le nombre allait augmentant chaque année et auxquels la pêche et la culture du pin ne suffisaient plus, songèrent à se créer d'autres ressources, tendant à fixer le sol mouvant et à le rendre productif. La culture de la vigne se présenta naturellement à leur esprit. Peu d'années après, ils recueillaient les bénéfices de cette nouvelle industrie, jusqu'alors inconnue dans le canton. Non seulement les champs environnants se peuplèrent de vignes, mais le vin qu'elles fournissaient pouvait rivaliser, jusqu'à un certain point, avec les meilleurs crus de leurs voisins, les bordelais.

» Comme les propriétaires amendaient le sol, en y transportant simplement du sable emprunté aux dunes voisines, il s'exhaussa au point d'atteindre 1^m, et il acquit plus de fixité, par l'enfoncement progressif des racines. Des palissades économiques, hautes de 1^m, vinrent compléter l'harmonie de cette heureuse culture, en fixant également le sol et en préservant la vigne du vent et du froid printanier.

» J'ai parcouru bien jeune cette contrée : je l'ai visitée, il y a peu d'années, et j'ai pu constater cette transformation. Depuis, chaque année, la vigne s'est étendue sur bien des points, et l'on estime aujourd'hui à 23 000^{ha} cette étendue, produisant 13^{hlit} à 14^{hlit} de vin à l'hectare, soit, pour l'ensemble, 300 000^{hlit} à 322 000^{hlit} d'une grande valeur.... »

VITICULTURE. — *Recherches expérimentales sur la marche, dans les tissus de la vigne, d'un liquide introduit par un moyen particulier en un point de la tige.* Note de M. P. DE LAFITTE, délégué de l'Académie. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Quelques personnes cherchent en ce moment à détruire le Phylloxera par l'intoxication de la sève. Je me suis proposé d'étudier la marche, dans les tissus de la vigne, d'un liquide introduit en un point de la tige, en faisant abstraction, pour le moment, de toute pensée d'application.

» Le liquide toxique à employer doit remplir, il me semble, deux conditions : 1° il ne doit pas être détruit en chemin par les tissus de la plante; 2° la présence du liquide doit pouvoir être facilement constatée dans toutes les parties de la vigne, sans qu'il soit nécessaire de sacrifier celle-ci.

» J'ai présumé que le sulfate de cuivre dissous dans l'eau remplirait la première condition, et je comptais qu'il remplirait la seconde. Il y a quelques années, en effet, j'ai introduit une solution de sulfate de cuivre dans quelques pieds de vigne; mais le procédé dont j'ai fait usage produisait un étranglement circulaire complet, s'opposant à la descente de la sève, si bien que parfois de nombreuses radicelles ont poussé sur la tige au-dessus du récipient qui l'entourait, à 0^{m},30 du sol. Or, lorsque les feuilles d'un sarment accusaient un état morbide grave, il suffisait de trancher le sarment, surtout dans la partie herbacée, avec un couteau, pour trouver, sur la lame qui avait simplement traversé les tissus, un dépôt de cuivre.

» Voici le moyen que j'emploie aujourd'hui pour introduire le liquide dans les tissus. Au moyen d'une vrille à cuiller, de 0^{m},005 à 0^{m},007 de diamètre, je creuse dans la tige une cavité, dirigée de bas en haut, sous une inclinaison de 45° environ. Je fais une mèche avec cinq ou six brins d'une corde de chanvre de 0^{m},003 à 0^{m},004 de diamètre, préalablement

détordue (¹); j'introduis un bout de la mèche dans la cavité, en l'y forçant au moyen d'un poinçon fabriqué dans ce but, de manière à ne pas laisser de vide et à obtenir une adhérence suffisante. La partie extérieure de la mèche est introduite dans un flacon en verre à large col, d'une capacité de 125^{cc} environ. Le flacon, placé contre la tige, pénètre dans le sol de $0^m,05$ à $0^m,06$, et est fixé à la tige par le goulot, au moyen d'une ficelle serrée lâchement, de manière à n'amener aucun étranglement partiel pouvant déranger la marche normale de la sève. L'orifice du goulot est placé à un centimètre et demi de la cavité, dont la place est choisie de manière à remplir cette condition. Le flacon est alors rempli du liquide en expérience, et fermé au moyen d'un bouchon de liège, de $0^m,005$ à $0^m,006$ d'épaisseur, où l'on a pratiqué, en un point du pourtour, une échancrure demi-cylindrique pour donner passage à la mèche.

» Pour rechercher le sulfate de cuivre dans les tissus, j'ai fait construire un emporte-pièce de $2^{mm},5$ de diamètre (²). Cet outil isole, où l'on veut, une petite rondelle d'écorce, qu'il suffit de soulever ensuite, avec la pointe d'un canif, pour obtenir un petit cylindre creux à parois très nettes et terminé au liber. On peut atteindre les tissus corticaux par les parois du cylindre, et les tissus ligneux par le fond.

» J'ai voulu sonder les uns et les autres au moyen d'aiguilles à coudre, comptant sur le dépôt de cuivre à l'arrivée des premières traces de la liqueur cuivrique; malheureusement, cette méthode n'offre pas la sensibilité voulue : même après que les feuilles ont accusé un état de souffrance, je n'obtiens qu'un dépôt brun, le cuivre n'apparaissant qu'à un degré d'intoxication plus avancé. Je crois néanmoins devoir indiquer cette méthode, parce que, au moyen de l'analyse spectroscopique, elle pourrait atteindre, je crois, une très grande sensibilité.

» Pour moi, je ne saurais plus me promettre que de suivre sur la tige, en particulier sur les feuilles et les raisins, les phénomènes morbides causés par le poison; puis, après que les feuilles auront cessé de fonctionner, de rechercher le cuivre dans les racines en arrachant la plante.

» J'ai, pour le moment, quatorze pieds en expérience (dont six traités au sulfate de fer) avec des liqueurs à divers titres. Les phénomènes mor-

---

(¹) Pour des pieds traités au sulfate de fer, je viens d'être obligé de substituer aux brins de chanvre des fils de laine. Corde et laine, j'ai pris ce que j'avais sous la main.

(²) J'adresse à M. le Secrétaire perpétuel, au Secrétariat de l'Institut, un modèle de tous les objets dont je fais usage.

bides se présentent dans cet ordre : les nervures de quelques feuilles (de toutes successivement) brunissent, d'abord par fragments isolés, puis complètement, et alors le réseau qu'elles forment prend beaucoup de relief sur la face inférieure de la feuille. Le pétiole, à la naissance de la feuille, est, de tout le système caulinaire, le point que j'ai trouvé le plus sensible à l'aiguille ou au couteau : avant la mort de la feuille, le dépôt de cuivre s'y produit. Sous l'action du toxique, les raisins (encore à l'état de verjus, et de la grosseur d'un petit pois) montrent un réseau de lignes fines, brunes, nullement apparentes sur les grains sains, et formant un dessin assez élégant.

» Si l'Académie veut me le permettre, mes observations, lorsqu'elles seront plus avancées, feront le sujet d'une nouvelle Note.

» Je puis cependant rapporter un fait intéressant, si toutefois l'observation est neuve : je remplis tous les flacons à 6^h du soir et je les visite à 6^h du matin; de 6^h du soir à 6^h du matin, l'absorption du sulfate de cuivre dilué ne va pas à 6^{gr} par pied, sauf pour un, toujours le même, où elle va parfois à une dizaine de grammes; un des pieds n'absorbe absolument rien dans le même temps. De 6^h du matin à 6^h du soir, l'absorption réelle est d'environ 60^{gr} en moyenne. Les choses se passent comme si l'activité spéciale des tissus était prépondérante parmi les causes qui entraînent le liquide, et que la vigne, se reposant la nuit, fût en action le jour seulement. »

M. Berthon, M. A.-J. Vernier, M. Gagnage adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Boyaux, M. Zyblikiewicz adressent des Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. A. Boissière adresse une réclamation de priorité, accompagnée de pièces à l'appui, au sujet de la Communication faite à l'Académie par MM. Appert, le 4 juin dernier, sur le soufflage du verre par l'air comprimé mécaniquement.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une Brochure de M. *P. Mouillefert*, relative à l'emploi du sulfocarbonate de potassium pour combattre le Phylloxera;

2° Le Volume contenant les travaux du 11e Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, tenu à la Rochelle en 1882.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques équations différentielles linéaires du quatrième ordre*. Note de M. **Halphen**.

« Dans une Note récente (ce Volume, p. 31), M. Goursat a indiqué la possibilité de réduire au second ordre les équations linéaires du quatrième ordre, dont les intégrales sont liées par une relation quadratique. Je me propose de donner ici le moyen de reconnaître cette propriété sur l'équation et d'effectuer la réduction. Ce problème présente plusieurs cas, et j'ai donné la solution pour deux d'entre eux dans un Mémoire couronné par l'Académie. La distinction de ces cas semble plus nette si l'on emploie la notion de la *courbe attachée à l'équation*, introduite dans le Mémoire que je viens de rappeler.

» Considérant quatre intégrales comme les coordonnées homogènes d'un point dans l'espace, et la variable indépendante comme un paramètre qui fait varier ce point, on a pour lieu de ce point une courbe : c'est celle dont je parle. Par le moyen de cette courbe, on reconnaît l'identité entre les invariants des équations linéaires du quatrième ordre et les invariants des courbes gauches. En particulier, le problème de reconnaître sur l'équation si une relation quadratique existe entre les intégrales est le même que ceux-ci :

» I. *Trouver l'équation différentielle des courbes tracées sur les hyperboloïdes;*

» II. *Trouver l'équation différentielle des courbes tracées sur les cônes du second degré;*

» III. *Trouver les équations différentielles des courbes biquadratiques;*

» IV. *Trouver les équations différentielles des cubiques gauches.*

» Introduisons, pour les équations du quatrième ordre, les invariants affectés de coefficients numériques choisis de telle sorte que l'on reproduise exactement ainsi les invariants déjà employés dans mon Mémoire *Sur les invariants différentiels des courbes gauches* (*Journal de l'École Polytechnique*, XLVII[e] Cahier). Voici leurs expressions, en supposant, pour la simplicité, l'équation privée de son second terme :

$$y^{\text{IV}} + 6p_2 y'' + 4p_3 y' + p_4 y = 0.$$

» Le plus simple invariant est celui-ci :

$$v = \frac{1}{30}(3p'_2 - 2p_3).$$

» Si l'on exprime les coefficients en fonction des intégrales, v contient, jusqu'au sixième ordre, les dérivées de ces intégrales. Pour les autres invariants, un indice rappelle l'ordre auquel ils contiennent ces dérivées. Le suivant est

$$s_7 = \frac{1}{42}\left(p_4 - 2p'_3 + \frac{5}{6}p''_2 - \frac{81}{25}p_2^2\right).$$

» On en déduit une série d'autres, ainsi

$$s_8 = \frac{1}{8}\left(vs'_7 - \frac{4}{3}v's_7\right), \quad s_9 = \frac{1}{9}\left(vs'_8 - \frac{8}{3}v's_8\right), \quad \ldots$$

» Il y a, en outre, un autre invariant du septième ordre, distinct de s_7, qu'on obtient par l'intermédiaire d'un second invariant δ, du huitième ordre, ainsi

$$\delta = \frac{5}{6}vv'' - \frac{35}{36}v'^2 - 3p_2v^2,$$

$$t_7 = \frac{1}{35}\delta - \frac{4}{3}s_8 - \frac{7}{36}s_7^2.$$

» On en déduit une seconde série d'invariants

$$t_8 = \frac{1}{8}\left(vt'_7 - \frac{8}{3}v't_7\right), \quad t_9 = \frac{1}{9}\left(vt'_8 - \frac{12}{3}v't_8\right), \quad \ldots$$

» Dans le cas particulier où v est nul identiquement, ce système est en défaut ; s_7 subsiste et remplace v; on lui adjoint cet autre

$$\tau = 6p_2s_7^2 - \frac{4}{5}s_7s''_7 + \frac{45}{32}s'^2_7,$$

et l'on forme une suite d'invariants dont le premier est

$$s_7 \tau' - \frac{5}{2} s'_7 \tau.$$

» Enfin, si ν et s_7 sont nuls tous deux, il n'y a plus d'invariants.

» Voici maintenant la solution des problèmes proposés. Composons les invariants suivants :

$$M = s_8 + 2t_7 \quad + \frac{1}{6} s_7^2, \quad \Phi = M^2 t_7 - MN s_7 + N^2,$$

$$N = t_8 + \frac{4}{3} s_7 t_7 - \frac{3}{2} \nu^4, \quad \Psi = \Phi^2 + 4 M^3 N \nu^4.$$

» I. Pour que la courbe attachée soit sur une surface du second degré, la condition s'exprime abréviativement ainsi :

$$\frac{1}{4} \frac{d}{dx} \log \frac{\Psi}{\nu^{\frac{16}{3}} M^4} = \frac{2N}{\nu M} - \frac{7}{3} \frac{s_7}{\nu}.$$

» Quand cette condition est satisfaite, on prend les deux équations du second ordre, comprises dans la formule ambiguë

$$z'' - \left(\frac{\nu'}{3\nu} - \frac{7}{3} \frac{s_7}{\nu} + 2 \frac{N}{\nu M}\right) z' = \frac{5\Phi \pm 3\sqrt{\Psi}}{2\nu^2 M^2} z.$$

» Soient α et β une solution de chacune d'elles; on aura, pour la proposée,

$$y = (\nu M)^{\frac{3}{2}} \Psi^{-\frac{3}{8}} \alpha\beta.$$

» Pour type, on peut prendre

$$y^{\text{iv}} - 2g y'' - 3g' y' + (1 - g'') y = 0,$$

qui conduit à ces équations du second ordre,

$$z'' = \frac{g \pm 1}{2} z.$$

» Si ν est nul, la solution est différente. La condition consiste alors en ce que $\tau^2 : s_7^5$ soit une constante. A chaque racine de l'équation bicarrée

$$\lambda^4 + \frac{\tau}{s_7^2 \sqrt{42 s_7}} \lambda^2 + 1 + \frac{3}{1400} \frac{\tau^2}{s_7} = 0,$$

correspond une intégrale $y = s_7^{-\frac{3}{8}} e^{\lambda \int s_7^{\frac{1}{7}} dx}$.

» II. Pour que la courbe soit sur un cône du second degré, la condition est $\Psi = 0$. En ce cas, on envisage l'équation

$$z'' - \left(\frac{v'}{3v} - \frac{7}{3}\frac{s_7}{v} + 2\frac{N}{vM}\right)z' = \frac{5\Phi}{2v^2M^2}z.$$

» Soient z_1 et z_2 deux intégrales, on a la solution

$$y = v^{-\frac{1}{2}} e^{\int\left(\frac{7}{2}\frac{s_7}{v} - 3\frac{N}{vM}\right)dx}(cz_1^2 + c'z_1z_2 + c''z_2^2).$$

» Pour type de ce cas, on peut prendre

$$y^{\text{IV}} - 2gy'' - 3g'y' - g''y = 0, \quad z'' = \frac{1}{2}gz.$$

» III. Pour que la courbe soit biquadratique, les conditions sont

$$M = N = 0.$$

En ce cas, les intégrales dépendent algébriquement des coefficients, et l'on peut les représenter ainsi par les fonctions elliptiques.

» Comme conséquence de $M = N = 0$, si l'on pose à la fois, en employant des combinaisons déjà utilisées ailleurs,

$$-\frac{t_7^3}{v^8} = \frac{H^3(3u)H^5(u)}{H^8(2u)}, \quad -1 + \frac{s_7t_7}{v^4} = \frac{H(4u)H^4(u)}{H^5(2u)},$$

le module est une constante, et u une nouvelle variable. En fonction de cette variable, l'intégrale y s'exprime ainsi

$$y = \left(\frac{\operatorname{cn} u \operatorname{dn} u}{v \operatorname{sn}^3 u}\right)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{\operatorname{sn}^3\frac{u}{2}}{\operatorname{cn}\frac{u}{2}\operatorname{dn}\frac{u}{2}}\right)^{1}$$
$$\times\left[c + c'\operatorname{sn}\left(\frac{u}{2} + iK'\right) + c''\operatorname{cn}\left(\frac{u}{2} + iK'\right) + c'''\operatorname{dn}\left(\frac{u}{2} + iK'\right)\right],$$

» IV. Enfin les équations qui caractérisent la cubique gauche sont

$$v = s_7 = 0.$$

En ce cas, on prend l'équation

$$z'' + \frac{3}{5}p_2 z = 0,$$

et l'on a

$$y = cz_1^3 + c'z_1^2z_2 + c''z_1z_2^2 + c'''z_2^3. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines solutions particulières du problème des trois corps.* Note de M. H. POINCARÉ.

« M. Kronecker a présenté à l'Académie de Berlin, en 1869, un Mémoire sur les fonctions de plusieurs variables; on y trouve un important théorème d'où il est aisé de déduire le résultat suivant :

» Soient $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ n fonctions continues de n variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$; la variable x_i est assujettie à varier entre les limites $+a_i$ et $-a_i$. Supposons que, pour $x_i = a_i$, ξ_i soit constamment positif, et pour $x_i = -a_i$ constamment négatif; je dis qu'il existera un système de valeurs des x pour lequel tous les ξ s'annuleront.

» Ce résultat peut s'appliquer au problème des trois corps et montre que ce problème admet une infinité de solutions particulières jouissant de propriétés remarquables que nous allons exposer. Nous nous restreignons, bien entendu, au cas où les masses de deux des corps sont très petites.

» Le mouvement est périodique, c'est-à-dire que, lorsque le temps augmente d'une période constante, les trois corps reprennent la même position *relative*. A la fin d'une période, les distances des trois corps reprennent leur valeur initiale, ainsi que les vitesses relatives estimées soit dans la direction du rayon vecteur, soit dans la direction perpendiculaire. Le système entier a seulement tourné d'un certain angle autour du centre de gravité, supposé fixe.

» Les excentricités sont très petites et de l'ordre des masses; mais les inclinaisons peuvent avoir des valeurs quelconques.

» Dans la solution particulière envisagée, il reste encore, si les trois corps sont assujettis à se mouvoir dans un plan, quatre paramètres arbitraires; s'ils se meuvent dans l'espace, il en reste huit. Ainsi, dans l'un comme dans l'autre cas, il faut imposer quatre conditions aux éléments initiaux du mouvement pour que ce mouvement présente cette périodicité dont nous venons de parler.

» Quand nous aurons disposé arbitrairement de huit des douze éléments initiaux, notre solution particulière ne sera pas encore complètement déterminée. Projetons, en effet, les deux rayons vecteurs sur le plan du maximum des aires. Après une période, la projection du premier rayon vecteur aura décrit un angle ν, la projection du second vecteur aura décrit un angle $\nu + 2n\pi$; nous pouvons encore nous donner arbitrairement le

nombre entier n, après quoi la solution particulière sera parfaitement définie. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Nouvelle disposition du système de bascule romaine, à curseur automatique.* Troisième Note de M. **A. Picart.**

« Une nouvelle disposition de la machine consiste à mettre le point d'appui du levier et les deux points de suspension du plateau et du tablier sur une droite parallèle à l'axe géométrique du levier et située un peu au-dessus. Dans cette disposition, si m désigne le poids de la portion de levier symétrique de celle qui est au-dessus de cette ligne droite, d la distance au point d'appui de son centre de gravité g, et γ l'angle que forme cette distance avec la verticale, la formule de sensibilité est

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{\varpi l - md\sin\gamma}{md\cos\gamma};$$

lorsque l'angle γ est très petit, elle se rapproche de la formule

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{\varpi l}{md}.$$

» C'est pourquoi le levier doit avoir une forme telle que le centre de gravité g soit rapproché le plus possible de la verticale du point d'appui. C'est cette forme qui donne lieu à des oscillations quand il y a équilibre du levier de part et d'autre de sa position horizontale.

» Dans la disposition indiquée à la fin de ma première Note, le levier peut avoir une forme quelconque, pourvu que toujours le point d'appui et les deux points d'application soient en ligne droite. L'oscillation y est due, comme je l'ai déjà indiqué dans ma deuxième Note, à ce que la force, agissant le long de la bride, qui a une composante verticale égale au poids du fardeau, a en même temps une composante horizontale, qui tend à ramener le levier dans la position horizontale. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Perturbations solaires nouvellement observées.* Note de M. **L. Thollon**, présentée par M. l'Amiral Mouchez.

« Il se produit depuis quelque temps, dans l'hémisphère sud du Soleil, de nombreuses et importantes perturbations qui méritent d'être signalées. On y voyait, le 22 juillet, comme une chaîne de grandes et belles taches

presque régulièrement espacées, accompagnées d'une foule d'autres très petites et très nettes. L'une d'elles, la plus occidentale, à pénombre faible, offrait un noyau très sombre et parfaitement délimité. Le diamètre de ce noyau, mesuré avec soin, a été trouvé égal à 25″, soit 18000^{km} environ; celui de la Terre n'est que de 12700^{km}. Cette tache n'était pas la plus grande, mais elle était la plus régulière et la mieux définie.

» Du côté opposé, à l'est, se trouvait un large groupe formé d'un si grand nombre de petites taches qu'il m'a été impossible de les compter. L'arrivée de ce groupe a été signalée, dès le 16 juillet, par une protubérance assez petite, mais extrêmement brillante. A 4^h de l'après-midi, elle était formée de traits de feu rectilignes, paraissant diverger du même point du bord et s'amincissant en pointes vers leurs extrémités sans rien perdre de leur éclat. Sur cette protubérance, j'ai pu observer des déplacements très prononcés de la raie C; l'un d'eux atteignit, à $5^h 20^m$, du côté du violet, des proportions considérables, correspondant à une vitesse d'environ 300^{km} par seconde. Une heure auparavant, j'avais observé, dans la même région, un déplacement moindre du côté du rouge, non seulement dans les raies de l'hydrogène et du groupe *b*, mais encore dans la raie de la couronne (1474 de Kirchhoff). Ce déplacement de la raie de la couronne, constaté de la manière la plus sûre, est un fait important. Il suffira, pour s'en convaincre, de voir ce qu'écrit à ce sujet le savant et habile observateur M. Young, dans son excellent Ouvrage *le Soleil* (traduction française, p. 189).

» En profitant des éclaircies du 21 juillet et de la belle matinée du 22, j'ai pu continuer et compléter mes observations. Presque toute la moitié méridionale du disque solaire donnait des signes manifestes d'une violente agitation. En promenant l'image de cette région sur la fente du spectroscope, la raie C n'avait plus l'aspect d'une ligne sombre continue; elle semblait réduite en une infinité de fragments, les uns brillants, les autres très noirs, semblant osciller rapidement autour d'un axe commun au moindre mouvement de l'image solaire. Fréquemment on voyait un de ces fragments se transporter à une grande distance, à droite ou à gauche de la raie, en s'étalant et s'estompant sur les bords, particulièrement dans le voisinage des taches.

» Le 22 juillet, à $7^h 33^m$ du matin, une petite protubérance, qui se montrait au bord occidental, attira mon attention par son éclat et un déplacement très marqué de la raie C. En la maintenant sur la fente et parcourant le spectre, je vis un nombre considérable de raies métalliques se renverser

et devenir très brillantes. Le renversement des raies D se présentait avec un éclat surprenant, comparable à celui que donne le sodium dans l'arc électrique. Vers la base de la protubérance, le renversement était double, c'est-à-dire que les raies D, larges et très brillantes, étaient partagées en deux par un noyau noir. Les nuages, qui à ce moment ne laissaient voir le Soleil que par rares éclaircies, ne me permirent pas de noter la position de toutes les raies devenues brillantes. Voici les longueurs d'onde de celles qui ont pu être déterminées :

5189
5197
5274
5323
6673,

auxquelles il faut ajouter la raie rouge de Tacchini, celle de la couronne, b_1, b_2, la moins réfrangible des deux composantes de b_3 appartenant au nickel et la plus réfrangible des deux composantes de b_4 appartenant au magnésium.

» Dans le cours de mes observations spectroscopiques, je n'ai jamais vu le renversement des raies métalliques et surtout des raies D se produire, à beaucoup près, avec autant d'éclat que dans la matinée du 22. Quant aux déplacements de raies, j'en ai mesuré de plus amples; je ne les ai jamais vus aussi fréquents dans une période de temps aussi courte. »

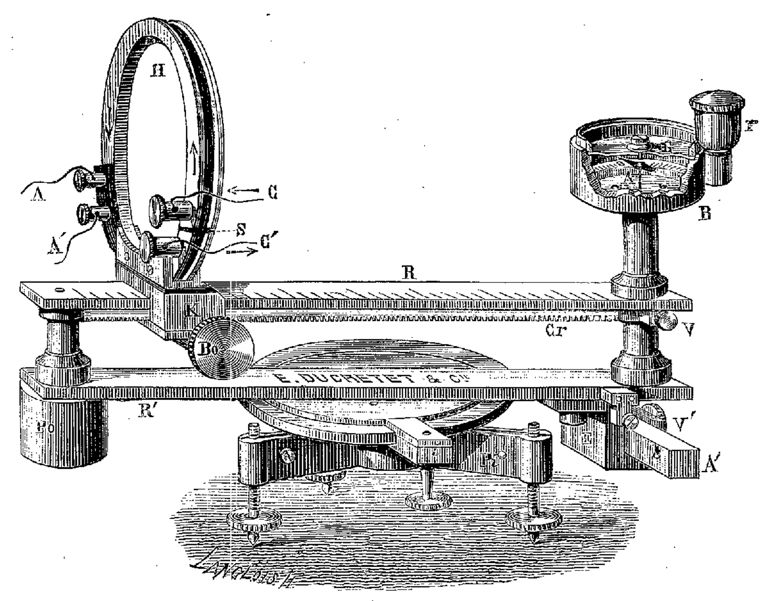
PHYSIQUE. — *Sur un galvanomètre universel sans oscillation, pour la mesure rapide des courants de grande intensité ou de haute tension*. Note de M. **Ducretet**, présentée par M. C. Wolf.

« La boussole des tangentes dont il s'agit offre l'avantage de donner une mesure presque instantanée de l'intensité des courants. Cette propriété précieuse est obtenue par la suppression des oscillations de l'aiguille, qui est complètement immergée dans un liquide transparent enfermé dans une boîte à compensation, comme on l'a déjà fait pour les boussoles marines. Cette disposition, qui peut être adaptée à toute espèce de galvanomètre, amortit les oscillations bien plus vite que ne font les étouffoirs en cuivre ou les aimants puissants quelquefois employés; et elle laisse à l'aiguille toute sa sensibilité.

» Il suit de là : 1° que, dans l'étude des piles, on peut obtenir la valeur de l'intensité du courant ou de la force électromotrice de la pile, avant que

les phénomènes de polarisation se soient produits, bien qu'ils se produisent très rapidement lorsque la pile est fermée par un circuit de résistance nulle, comme c'est le cas pour la mesure des intensités; 2° qu'on peut suivre pas à pas toutes les variations du courant, faibles ou fortes, lentes ou brusques, observation précieuse pour l'étude des courants des piles et surtout de ceux des machines magnéto-électriques.

» L'aiguille aimantée, de très petites dimensions, est portée par une chape en agate sur une pointe très fine non oxydable; elle se prolonge par une tige très déliée en aluminium qui parcourt les divisions du cadran. Le fond de la boîte est formé par un miroir platiné, l'index de l'aiguille s'y réfléchit et la superposition de l'index à son image écarte toute erreur de parallaxe.



» La boîte de l'aiguille est montée à centre à l'extrémité d'une règle graduée, mobile elle-même sur un axe vertical servant à l'orientation de tout le système. Un aimant puissant, faisant fonction d'aimant directeur, peut être fixé au-dessous de l'aiguille de la boussole; son action s'ajoute à l'action directrice de la terre et constitue un champ magnétique assez intense, qui rend peu sensibles les variations extérieures. Le cadre multiplicateur circulaire est mobile le long de la règle et peut être amené rapidement à une distance quelconque de l'aiguille à l'aide d'une crémaillère et d'un bouton. Grâce à cette disposition, la boussole peut être employée à la mesure soit de l'intensité des courants, soit de la force

électromotrice des piles, dans des limites très étendues, de $\frac{1}{10}$ d'ampère à 400 ampères environ pour l'intensité, de $\frac{1}{10}$ de volt jusqu'à 700 volts et au delà pour la force électromotrice.

» Dans le premier cas (ampéremètre), on fait passer le courant dans le cadre même du multiplicateur, dont la résistance est inappréciable. On détermine, par étalonnage, une table de correspondance entre les degrés du cadran, suivant les diverses positions du cadre sur la règle, et la valeur en ampères du courant qui le traverse. L'expérience montre qu'il y a proportionnalité jusqu'à 35° entre les intensités et les déviations.

» Lorsque la boussole est employée comme galvanomètre de force électromotrice ou voltmètre, on fait passer le courant dans un fil de maillechort très fin, enroulé sur la gorge du cadre et représentant une résistance très grande, 5490 ohms. L'intensité du courant est alors très sensiblement proportionnelle à la force électromotrice. On étalonne l'appareil en volts pour les diverses positions du cadre. La proportionnalité entre les forces électromotrices et les degrés de déviation se soutient encore jusqu'à 35° environ.

» On doit vérifier fréquemment l'étalonnage de l'appareil, qui peut varier par suite des variations de la composante horizontale terrestre et de celles de l'aimant directeur. Cette vérification se fait en lançant dans les circuits le courant d'un grand élément Daniell dont la force électromotrice est connue et dont on détermine la résistance. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de formation des fluorures de potassium.* Note de M. GUNTZ, présentée par M. Berthelot.

« On connaît jusqu'ici les composés suivants :

Fluorure de potassium anhydre..............	KFl
» hydraté.............	KFl, 4HO
Fluorhydrate de potassium anhydre..........	KFlHFl

» J'ai déterminé la chaleur de formation de ces composés, à partir de l'acide fluorhydrique gazeux et liquide et de la potasse solide.

» 1° *Fluorure de potassium anhydre.* — La chaleur de neutralisation de la potasse par l'acide fluorhydrique et la chaleur de dissolution du fluorure de potassium ont déjà été mesurées, l'une par M. Thomsen, l'autre par M. Favre. Mes résultats s'accordent avec les leurs.

» J'ai trouvé $+16^{\text{Cal}},12$ pour HFl étendu + KO étendue.

» La chaleur de dissolution du fluorure de potassium anhydre dans $400 H^2O^2$ a été trouvée de $+ 3^{Cal},60$.

» De ces données, jointes à mes expériences sur le gaz fluorhydrique, on peut déduire la chaleur de formation du fluorure anhydre, à partir de KHO^2 solide et de HFl gaz et liquide :

	Cal
KHO^2 sol. + HFl liq. = KFl sol. + H^2O^2 sol.	+ 30,98
KHO^2 sol. + HFl gaz = KFl sol. + H^2O^2 sol.	+ 38,22

» 2° Le *fluorure de potassium cristallisé* KFl, 4HO, séché très rapidement entre des feuilles de papier, a donné $- 1^{Cal},03$ comme chaleur de dissolution.

» L'hydratation du fluorure a donc dégagé, à partir de l'eau liquide, $+ 1,03 + 3,6 = 4^{Cal},63$

$$KFl \text{ sol.} + 2H^2O^2 \text{ liq.} = KFl,4HO \text{ sol.} + 4^{Cal},63;$$

avec $2H^2O^2$ solide + 1,8.

» La chaleur de formation du fluorure hydraté peut se déduire de ces nombres :

	Cal
KHO^2 sol. + HFl liq. + H^2O^2 sol. = KFl, $2H^2O^2$ sol	+ 34,17
KHO^2 sol. + HFl gaz + H^2O^2 sol. = KFl, $2H^2O^2$ sol	+ 41,41

» 3° Pour trouver la chaleur de formation du *fluorhydrate de fluorure de potassium*, j'ai ajouté, à un poids connu de fluorure de potassium en solution ($1^{éq} = 2^{lit}$), le poids équivalent d'acide fluorhydrique ($1^{éq} = 2^{lit}$). Cette réaction absorbe $- 0^{Cal},37$. Ce nombre a été vérifié en mesurant la chaleur de neutralisation d'un poids connu de HFl($1^{éq} = 2^{lit}$) par la moitié du volume équivalent de potasse ($1^{éq} = 2^{lit}$). On a trouvé ainsi $+ 15^{Cal},67$; la différence $+ 15,67 - 16^{Cal},12 = 0,45$ donne la chaleur absorbée par la neutralisation de KFl dissous par HFl étendu. Ce fait de l'absorption a déjà été signalé par M. Thomsen.

» Il est analogue à ce qui a été reconnu pour le bisulfate de potasse. Mais, dans le cas du fluorhydrate comme dans celui du bisulfate, il y a chaleur dégagée pour la formation d'un sel acide séparé de l'eau. En effet, j'ai trouvé pour la chaleur de dissolution du fluorhydrate de fluorure de potassium : $- 6^{Cal},01$.

» On a déduit de ces données :

	Cal
KFl sol. + HFl gaz = KFlHFl sol...	+ 21,04
KFl sol. + HFl liq. = KFlHFl sol....................	+ 13,80

» On a encore :

KHO^2 sol. + 2HFl gaz = KFlHFl sol. + H^2O^2 sol. . . . . . + 53,13
KHO^2 sol. + 2HFl liq. = KFlHFl sol. + H^2O^2 sol. . . . . . + 38,65

» Je vais examiner maintenant la stabilité et l'état de dissociation des deux composés secondaires que je viens de signaler, tant dans l'état dissous que dans l'état soluble. Cette stabilité et cette dissociation concourent avec la grandeur de leur chaleur de formation, pour en déterminer le rôle dans la statique des réactions salines. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés nitrés de l'hydrure d'éthylène.* Note de M. A. VILLIERS, présentée par M. Berthelot.

« 1. J'ai décrit précédemment (¹) une combinaison cristallisée du bromure d'éthylène tétranitré et de la potasse, combinaison ayant pour formule $C^4(AzO^4)^4Br^2, 2KHO^2$ (²); elle a été obtenue en partant du bromure d'éthylène.

» Les acides lui enlèvent la potasse et mettent en liberté une huile incolore ou légèrement colorée en jaune, d'une odeur pénible, dont les vapeurs excitent le larmoiement et qui est probablement le bromure d'éthylène tétranitré. Mais ce corps, que l'on peut du reste chauffer audessus de 100° sans qu'il détone, est cependant fort instable et se décompose rapidement dès la température ordinaire, de sorte que la composition du liquide est fort variable ; c'est ainsi que j'y ai trouvé, après sa mise en

(¹) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1122, et *Bulletin de la Soc. chim.*, t. XXXVII, p. 451.

(²) M. Losanitsch (*Deutsche Chemische Gesellschaft*, 1883, p. 51) pense que cette combinaison est la même que celle qu'il a obtenue avec divers corps de la série aromatique et à laquelle il donne pour formule $C^2KBr(AzO^4)^2$, combinaison formée par le dibromodinitrométhane $C^2Br^2(AzO^4)^2$; le composé potassique régénérerait ce dernier par l'action des acides, le brome nécessaire à cette réaction étant fourni, dans une réaction complexe, par la décomposition d'une portion du sel. Le composé obtenu par M. Losanitsch est-il identique avec le mien, et, dans ce cas, appartient-il à la série méthylique ou éthylique? C'est ce que l'analyse chimique peut difficilement décider, les compositions correspondant aux deux formules étant fort voisines. J'ai, du reste, refait mes analyses et trouvé des résultats concordant avec mes premières déterminations. Aussi je pense qu'il est nécessaire, pour fixer d'une manière exacte la constitution de ces composés, d'en étudier les dérivés, et notamment les dérivés de réduction.

M. Losanitsch dit aussi avoir obtenu le même composé en partant du bromure d'éthylène; mais je n'ai pas vu qu'il ait publié ce fait avant ma dernière Communication.

liberté, 49,90 pour 100 de brome, quelques heures plus tard 53,53; le bromure d'éthylène tétranitré en contient 43,48 (¹).

» Cette réaction des acides peut se produire sans dégagement gazeux, si l'on a soin d'opérer à une température suffisamment basse, et il est probable que l'on a ainsi du bromure d'éthylène tétranitré pur. Mais il se produit un dégagement gazeux dès que la température s'élève. L'huile qui reste, traitée par la potasse, régénère le composé jaune, qui paraît être toujours le même et qui se forme en quantité plus ou moins considérable.

» 2. J'ai étudié aussi l'action de l'acide nitrique sur le bromure d'éthylène bromé C^4H^3Br, Br^2, en traitant ce dernier par un mélange d'acide sulfurique et d'acide nitrique fumant; mais je n'ai obtenu le même composé qu'avec le bromure d'éthylène, un équivalent de brome étant remplacé par AzO^4.

» Il en a été de même avec l'éther bromhydrique C^4H^5Br, le brome nécessaire à la production du composé étant fourni par la décomposition initiale d'une portion de l'éther par l'acide azotique.

» 3. J'ai entrepris l'étude des composés de réduction de ce corps. L'amalgame de sodium, ainsi que le zinc en liqueur alcaline, ont déterminé une réduction complète avec formation d'ammoniaque, d'acide bromhydrique et d'acide cyanhydrique :

$$C^4Br^2(AzO^4)^4 + 10H = 2C^2AzH + 2HBr + 2AzH^3.$$

» Avec le sulfhydrate d'ammoniaque, il se forme un certain nombre de composés. Je me bornerai aujourd'hui à décrire le premier produit de son action.

» Si l'on traite par l'acide sulfhydrique gazeux la combinaison potassique du bromure d'éthylène tétranitré, additionnée d'ammoniaque, en présence d'une quantité d'eau insuffisante pour la dissoudre complètement, elle disparaît rapidement et il se dépose du soufre; l'absorption du gaz, d'abord immédiate, se fait ensuite lentement à la température ordinaire, et il faut plus d'un mois pour qu'elle soit complète. Si, au début, on arrête, après quelques instants, l'action de l'acide sulfhydrique, dès que la liqueur prend une coloration brune, on trouve précipité avec le soufre un corps qu'il est facile d'isoler en chauffant le tout légèrement et filtrant. La liqueur l'abandonne après refroidissement à l'état cristallisé.

» Ce corps, qui se présente à l'état de cristaux d'un brun clair, ne contient

---

(¹) Le composé $C^2Br^2(AzO^4)^2$ de M. Losanitsch en contient 60,61 pour 100.

plus de brome; sa composition répond à la formule $C^4K^2(AzO^4)^4$, ainsi que le montrent les résultats suivants de l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.
C	8,50	8,39
Az	19,75	19,58
K	27,04	27,27
H	0,12	0,00

» L'action de l'acide sulfhydrique consiste donc, au début, à enlever le brome à l'état d'acide bromhydrique, pendant que le potassium de la potasse se fixe sur le carbone, pour former un corps dérivé de l'hydrure d'éthylène tétranitré par la substitution du potassium à l'hydrogène, d'après l'équation

$$C^4Br^2(AzO^4)^4 2KOHO + 4HS = C^4K^2(AzO^4)^4 + 2HBr + 4HO + 4S.$$

» Ce composé, chauffé légèrement, décrépite à une température inférieure à 100°, en se réduisant en poudre sans changer de constitution. La même transformation moléculaire se produit en quelques jours dès la température ordinaire. Il détone violemment vers 200°.

» L'action des acides est différente de celle qu'ils produisent sur la combinaison du bromure d'éthylène tétranitré avec la potasse. Tandis, en effet, que cette dernière est comparable à un sel et se dédouble en potasse et bromure d'éthylène tétranitré, le premier subit une décomposition complète, que les acides soient étendus ou dilués. La décomposition se fait avec une violente explosion, même avec des acides fort dilués, et j'ai été assez sérieusement blessé, pendant le cours d'une analyse, par l'explosion produite par $0^{gr},3$ de matière. Les produits gazeux de la décomposition ont une légère odeur d'acide cyanhydrique.

» Je me propose de décrire prochainement les produits de l'action ultérieure de l'acide sulfhydrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'hexylène mannitique.* Note de M. L. Henry, présentée par M. Wurtz.

« L'étude comparative que j'ai faite, dans ces derniers temps, de certains oxydes C^6H^{12}-O glycoliques, m'a fourni l'occasion de revenir sur les dérivés de l'hexylène mannitique, groupe encore si peu riche aujourd'hui.

» 1° *Monochlorhydrine hexylénique* $C^6H^{12}\begin{smallmatrix}\diagup OH\\ \diagdown Cl\end{smallmatrix}$. — Elle résulte, soit de l'addition de l'acide hypochloreux à l'hexylène, soit de l'addition de l'acide chlorhydrique à l'oxyde d'hexylène.

» La première réaction a été réalisée récemment par M. Domac. Contrairement aux indications de ce chimiste, cette monochlorhydrine $C^6H^{12}=(OH)Cl$ bout vers 170°; sa densité à 11° est égale à 1,018.

» Après l'addition de l'acide hypochloreux, M. Domac n'a pas détruit par l'hydrogène sulfuré (du moins il ne le dit pas dans son Mémoire) les composés mercuriels renfermés dans le produit immédiat; or c'est là une manipulation indispensable.

» L'acide chlorhydrique aqueux s'ajoute vivement à l'oxyde d'hexylène : la chlorhydrine qui en résulte surnage; on la dessèche à l'aide du carbonate potassique. Elle ressemble extérieurement en tous points à la monochlorhydrine $C^6H^{12}(OH)Cl$ *hypochloreuse*. C'est un liquide quelque peu visqueux, parfaitement incolore, d'une odeur fraîche *sui generis*, d'une saveur très piquante et douceâtre; insoluble dans l'eau. Sa densité à 11° est égale à 1,0143; elle bout sans décomposition à 170°-171° sous la pression de 761^{mm}.

» Un mot sur la constitution de ces monochlorhydrines.

» L'hexylène mannitique étant

$$CH^3-CH=CH-CH^2-CH^2-CH^3,$$

comme le prouve la nature de ses produits d'oxydation, deux monochlorhydrines isomères lui correspondent, savoir

$$(\alpha) \qquad CH^3-CH(OH)-CHCl-CH^2-CH^2CH^3,$$
$$(\beta) \qquad CH^3-CHCl-CH(OH)-CH^2-CH^2-CH^3.$$

» M. Domac a prouvé que la monochlorhydrine *hypochloreuse*

$$C^6H^{12}+(OH)Cl$$

est le composé (α). Je suis porté à croire que son isomère, la chlorhydrine chlorhydrique, possède la constitution (β).

» *Monobromhydrine hexylénique* $C^6H^{12}(OH)Br$. — Elle résulte de l'action de l'acide bromhydrique liquide sur l'oxyde d'hexylène.

» Elle constitue un liquide incolore, mais jaunissant à la longue, quelque peu visqueux, d'une odeur fraîche et piquante à la fois, d'une sa-

veur piquante; elle est insoluble dans l'eau et plus dense que celle-ci; à 11°, sa densité est 1,2959.

» Elle bout sans décomposition sous la pression de 769^{mm} à 188°-190°.

» Ce corps répond vraisemblablement à la formule

$$CH^3-CHBr-CH(OH)-C^3H^7.$$

» *Monoiodhydrine hexylénique* $C^6H^{12}(OH)I$. — Elle résulte de l'acide iodhydrique, en solution dans l'eau, sur l'oxyde hexylénique. Elle constitue un liquide incolore, mais se colorant rapidement en brun à la lumière, insoluble dans l'eau et beaucoup plus dense que celle-ci. Elle n'est pas distillable.

» *Acétochlorhydrine hexylénique* $C^6H^{12}\left\langle\begin{matrix}C^2H^3O^2\\Cl\end{matrix}\right.$. — Elle résulte de l'action du chlorure d'acétyle sur la monochlorhydrine; il est nécessaire d'activer la réaction par un léger échauffement.

» C'est un liquide incolore, d'une odeur fraîche, bouillant vers 188°-190°; insoluble dans l'eau, d'une densité 1,04 à 6°.

» *Dérivés nitriques. Chloronitrine hexylénique* $C^6H^{12}\left\langle\begin{matrix}Cl\\NO^3\end{matrix}\right.$. *Dinitrine hexylénique* $C^6H^{12}\left\langle\begin{matrix}NO^3\\NO^3\end{matrix}\right.$. — On obtient aisément ces composés en introduisant petit à petit, dans le mélange des acides azotique et sulfurique, maintenu dans l'eau froide, la monochlorhydrine hexylénique et l'oxyde d'hexylène. La réaction s'établit paisiblement; les produits nitriques viennent surnager. On continue l'opération suivant la méthode connue.

» Ces corps sont des liquides incolores, insolubles dans l'eau et plus denses qu'elle, d'une odeur faible particulière, non distillables, présentant les propriétés ordinaires des dérivés nitriques en général, aisément combustibles.

» *Bichlorure d'hexylène* $C^6H^{12}Cl^2$. — Ce corps a été obtenu comme produit accessoire de la préparation de la monochlorhydrine hexylénique, par l'addition de l'acide hypochloreux à l'hexylène.

» Ce bichlorure ne peut guère être séparé par distillation de la monochlorhydrine; il a formé le résidu de l'action sur celle-ci de la potasse caustique, action réalisée dans le but d'obtenir l'oxyde $C^6H^{12}O$.

» Il résulte également de l'action du pentachlorure de phosphore sur l'oxyde d'hexylène. Il constitue un liquide incolore mobile, d'une parfaite limpidité, inaltérable à la lumière, d'une faible odeur poivrée, d'une saveur

amère et douceâtre. Il bout sans altération aucune à 162°-165°, sous la pression de 764^{mm}.

» Sa densité à 11° est 1,0527. On peut le distiller sur la potasse caustique pulvérulente, sans lui faire subir de modification.

» *Hexylène monochloré* $C^6H^{11}Cl$. — Il résulte de l'action de la potasse caustique dissoute dans l'alcool en solution aussi concentrée que possible sur le bichlorure $C^6H^{11}Cl^2$. La quantité d'hexylène C^6H^{10} qui se forme dans ces conditions est très faible.

» L'hexylène monochloré constitue un liquide incolore, mobile, très léger, inaltérable à l'air, d'une odeur étrange, désagréable, d'une saveur piquante. Il est insoluble dans l'eau, qu'il surnage; sa densité est, à 11°, égale à 0,9036. Il bout, sous la pression de 768^{mm}, à 122°; sa densité de vapeur a été trouvée égale à 4,02; la densité calculée est 4,09.

» *Acétone hexylénique* $C^6H^{12}O$. — Elle résulte de l'action de l'acide sulfurique sur l'hexylène monochloré. La réaction est nette et donne lieu à un dégagement d'acide chlorhydrique. Le rendement est satisfaisant.

» L'acétone hexylénique constitue un liquide mobile, incolore, d'une agréable odeur poivrée, rappelant la menthe, d'une saveur très piquante.

» Elle est insoluble dans l'eau, au-dessus de laquelle elle surnage; sa densité, à 11°, est 0,8343. Elle bout, sous la pression de 753^{mm}, à 125°. Sa densité de vapeur a été trouvée égale à 3,45; la densité calculée est également 3,45. Le pentachlorure de phosphore ne l'attaque que sous l'action de la chaleur.

» Quant à sa constitution, elle dépend naturellement de celle de l'hexylène monochloré, qui en est l'origine; la position du chaînon acétonique $\overset{|}{\underset{|}{C}}O$ est celle du chaînon $\overset{|}{\underset{\|}{C}}Cl$. Je manque, en ce moment, d'éléments pour la déterminer.

» Les corps signalés dans cette Note ont été analysés. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits dérivés de la fermentation bactérienne des albuminoïdes*. Note de MM. **Arm. Gautier** et **A. Étard**, présentée par M. Wurtz.

« Nous avons montré (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1357 et 1598) par quel mécanisme général les ferments putrides, procédant par simple hydratation, dédoublent les matières albuminoïdes et font apparaître les noyaux multiples de ces substances complexes sous forme de leucines,

glucoprotéines, acides azotés et non azotés, phénol, scatol, indol, tyrosine, triméthylamine, ammoniaque et ptomaïnes.

» La marche que nous avions suivie pour séparer ces derniers corps en quantité suffisante et la détermination de leurs points d'ébullition, de leur composition et de quelques-unes de leurs propriétés génériques ont été déjà données par nous dans ce Recueil. Il résulte des recherches que nous avons poursuivies depuis, que, quelles que soient la matière albuminoïde qui se putréfie et, jusqu'à un certain point, la variété du ferment putride, les ptomaïnes principales, qu'elles soient dérivées de la chair des divers mammifères, des chairs de poisson et de mollusques, de l'albumine d'œufs, etc., sont constantes de propriétés et de composition.

» La méthode qui nous a servi depuis nos dernières publications pour extraire ces alcaloïdes et séparer les produits les plus importants qui les accompagnent ayant été simplifiée, nous allons la décrire en quelques mots.

» Les matières putrides, liquides et solides, sont distillées dans le vide à basse température. La liqueur distillée (A) contient une abondante quantité de carbonate d'ammoniaque, le phénol, le scatol, la triméthylamine et les acides gras volatils. Le résidu de cette distillation est successivement épuisé par l'éther et par l'alcool.

» L'épuisement (B) par l'éther sépare les ptomaïnes, ainsi qu'une abondante quantité d'un acide gras, en même temps que ce dissolvant (qui dans ces conditions ne s'émulsionne pas) se charge de paillettes blanches nacrées, brillantes, très légères, qui forment bientôt une couche sur les filtres de papier.

» L'épuisement (C) à l'alcool sépare le reste des acides gras et les corps azotés, acides et neutres, presque tous cristallisables.

» Le résidu insoluble bouilli avec de l'acide chlorhydrique faible à l'abri de l'air donne, après évaporation, une nouvelle solution alcoolique (D), que les acétate et sous-acétate plombiques séparent en deux parties principales.

» On divise ainsi très rapidement les produits complexes de la putréfaction en quatre parts (A), (B), (C), (D).

» La liqueur éthérée (B), étant distillée, donne comme résidu une huile brune qui ne tarde pas à laisser cristalliser un acide gras très abondant sur lequel nous reviendrons. Les eaux-mères séparées de ce produit sont traitées par de l'acide sulfurique faible, qui dissout les alcaloïdes et précipite le restant de l'acide. La liqueur filtrée, additionnée de potasse et agitée avec l'éther, cède à ce dissolvant des ptomaïnes à odeur de seringa. On trans-

forme ces bases en chloroplatinates, à froid et sans excès de chlorure; on obtient ainsi un précipité qu'on lave rapidement et une liqueur qui cristallise par évaporation.

» Le chloroplatinate de la ptomaïne ainsi précipitée, extraite de la viande de bœuf qui avait été abandonnée un an à la putréfaction dans des tonnelets de chêne, avait la composition : C = 29,76; H = 4,58; Az = 4,07; Pt = 29,0. La théorie $(C^8H^{13}Az,HCl)^2PtCl^4$ veut C = 29,3; H = 4,2; Az = 4,2; Pt = 29,7.

» Ce chloroplatinate, par sa composition comme par ses propriétés, est identique à celui de la base que nous avions précédemment extraite de la viande de poisson (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1601). C'est une hydrocollidine.

» Le chloroplatinate plus soluble, cristallisé des eaux-mères, était jaune légèrement carné. Il s'altérait à 100° en dégageant l'odeur d'aubépine de son alcaloïde. Ce corps a donné à l'analyse les nombres suivants : C = 28,73; H = 5,81; Az = 7,19; Pt = 27,93. L'altération subie à 100° et son homogénéité douteuse nous empêchent de lui attribuer une formule définitive.

» On a dit que la solution éthérée (B), en même temps qu'elle se chargeait d'un acide gras abondant et cristallisable sur lequel nous reviendrons, laissait déposer des paillettes légères, nacrées, brillantes. Elles ont été recueillies sur les filtres. Elles constituent le sel de chaux d'un acide amidostéarique (*leucine stéarique*) $C^{18}H^{35}(AzH^2)O^2$. Ce sel calcaire, presque insoluble dans tous les dissolvants, après avoir été plusieurs fois cristallisé dans l'alcool bouillant qui le dissout un peu, a été soumis à l'analyse. On a trouvé :

C = 67,10 et 67,4; H = 11,5 et 11,6; Az = 4,1; Ca = 6,5.

La théorie pour $[C^{18}H^{35}(AzH^2)O^2]^2Ca$ veut

C = 67,8; H = 11,30; Az = 4,40; Ca = 6,28; O = 10,06.

L'acide amidostéarique lui-même peut être mis en liberté par l'acide chlorhydrique : c'est un acide insoluble dans l'eau à laquelle il surnage quand il est fondu, très soluble dans l'alcool chaud, peu soluble à froid dans ce dissolvant où il cristallise en aiguilles mamelonnées. Il fond à 63°. Quand on chauffe cet acide vers la température de 140°, il paraît perdre une molécule d'eau et donner l'anhydride $C^{18}H^{35}AzO$, comme le montre l'analyse suivante : C = 76,70; H = 13,21. La théorie pour $C^{18}H^{35}AzO$ veut C = 76,86; H = 12,40.

» Dans le cas de la viande de poisson, de même que pour la viande de bœuf, lors de l'épuisement éthéré (B), on obtient une substance nacrée mécaniquement entraînée en raison de sa légèreté. Cette substance cristallise aisément dans l'alcool chaud : elle est insoluble dans l'eau et les acides. C'est aussi un acide amidé, soluble dans la potasse. Les acides minéraux séparent l'acide de ce sel. Il correspond à la formule $C^8H^{20}Az^2O^3$. Voici son analyse :

$$C = 49,90; \quad H = 10,24; \quad Az = 15,60.$$

Théorie pour $C^8H^{20}Az^2O^3$:

$$C = 50,0; \quad H = 10,4; \quad Az = 14,7.$$

» Fondu avec la potasse, ce corps dégage de l'ammoniaque et donne un mélange de caprylate, caproate et acétate alcalins :

$$C^8H^{20}Az^2O^3 + 2KHO = C^6H^{11}KO^2 + C^2H^3KO^2 + 2AzH^3 + H^2O.$$

» La majeure partie des leucines et leucoprotéines contenues dans les produits putrides se retrouve dans la solution alcoolique (C). Celle-ci étant évaporée laisse, par les acides minéraux, se séparer une couche huileuse formée surtout d'acides gras desquels on reparlera plus tard. La liqueur aqueuse que ces acides surnagent, fortement concentrée et reprise par l'alcool bouillant, donne par cristallisation les corps amidés, leucines et leucéines, en C^5 et C^6 en particulier. Dans le cas de la viande de poisson, on obtient principalement une substance blanche, assez soluble dans l'eau, douceâtre, cristallisant en lamelles rhomboïdes assez aisément sublimables, répondant à la formule $C^{11}H^{26}Az^2O^6$. Cette substance, par ses propriétés et sa composition, se comporte comme l'hydrate d'une glucoprotéine $C^{11}H^{22}Az^2O^4$ que M. Schützenberger a retiré des produits de la décomposition de l'albumine par la baryte. Voici son analyse : $C = 46,1$; $H = 9,21$; $Az = 10,2$. La théorie pour $C^{11}H^{26}Az^2O^6$ veut : $C = 46,7$; $H = 9,2$; $Az = 9,9$.

» C'est un corps jouissant des propriétés générales des acides amidés, soluble dans les alcalis faibles, et qui, fondu avec la potasse très concentrée, donne, avec dégagement d'hydrogène et d'ammoniaque, des carbonate, butyrate et valérate potassiques :

$$C^{11}H^{26}Az^2O^6 + 6KOH$$
$$= C^5H^9KO^2 + C^4H^7KO^2 + 2CO^3K^2 + 2AzH^3 + 2H^2O + H^6,$$

en même temps qu'une portion se dédouble en leucines et leucéines correspondantes.

» Distillé avec du sable au bain d'huile vers 280°, le corps $C^{11}H^{26}Az^2O^6$ donne une amylamine $C^5H^{13}Az$ bouillant à 92°-93°, qui se forme probablement d'après l'équation

$$C^{11}H^{26}Az^2O^6 = \underbrace{C^5H^{13}Az}_{\text{Amylamine.}} + \underbrace{C^5H^9AzO^2}_{\text{Leucéine valérique.}} + CO^2 + 2H^2O.$$

» Dans une prochaine Note, nous ferons connaître les acides nombreux qui, combinés à l'ammoniaque, accompagnent les corps précédents. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la prétendue transformation de la brucine en strychnine.* Note de M. **Hanriot**, présentée par M. Wurtz.

« Sonnenschein avait annoncé, en 1875 (*Deutsch. chem. Gesellsch.*, t. VIII, p. 212), que lorsque l'on chauffe doucement de la brucine avec de l'acide azotique étendu, il se dégage du gaz carbonique, tandis que la solution renferme une résine jaunâtre et de la strychnine que l'on peut en extraire en la saturant par la potasse et épuisant par l'éther.

» On sait, d'autre part, d'après Laurent et Gerhardt et d'après Hofmann, qu'il se forme dans cette réaction de l'azotite de méthyle et une base nitrée, la cacothéline. L'identité de la résine jaune obtenue par Sonnenschein avec cette dernière était évidente; j'ai cherché à vérifier l'existence de la strychnine parmi les produits de la réaction.

» Or, en opérant exactement comme l'a indiqué Sonnenschein, mais sur de la brucine purifiée, je n'ai pu obtenir trace de strychnine qui, comme on le sait, a cependant une réaction qualitative extrêmement sensible; je crois que la strychnine retrouvée par cet auteur préexistait dans sa brucine incomplètement purifiée.

» J'ai en effet constaté que, lorsque la brucine contient une quantité même considérable, moitié par exemple de strychnine, cette dernière ne peut plus être décelée par sa réaction ordinaire, de sorte qu'il ne suffit pas d'essayer une brucine par la réaction de l'acide sulfurique et du bichromate de potassium pour en conclure qu'elle ne contient pas de strychnine.

» J'ai alors traité un mélange de brucine (2 parties) et de strychnine (1 partie) comme l'a indiqué Sonnenschein, et j'ai pu facilement y retrouver la strychnine, qui manifeste sa réaction dès que la brucine a été détruite par l'acide azotique; ou plus simplement, si l'on abandonne dans

un verre de montre la solution sulfurique du mélange des deux bases avec une goutte d'acide nitrique, on peut y déceler la strychnine au bout de deux heures. Un grand nombre de substances sont ainsi capables de masquer la réaction de la strychnine; je citerai la morphine, la quinine, l'alcool méthylique, bien que ce dernier corps agisse plus faiblement.

» On voit que la recherche de la strychnine dans la brucine présente une certaine difficulté; or, comme on assigne à la brucine des propriétés physiologiques qui rappellent celles de la strychnine atténuées, il y a lieu de se demander si les brucines essayées jusqu'à ce jour étaient véritablement exemptes de strychnine; je m'occupe actuellement de cette purification. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la chaleur de combustion de la houille.* Note de M. **Scheurer-Kestner**, présentée par M. Wurtz.

« Les résultats que nous avons eu l'honneur, M. Meunier-Dollfus et moi, de communiquer à l'Académie en 1868, 1867, 1871 et 1873 (¹), sur la chaleur de combustion de la houille, ont été contestés par MM. Bunte et Stohmann. D'après eux, le nombre des calories développées par la combustion de la houille n'atteindrait pas celui que nous avons constaté dans nos expériences, en nous servant de l'excellent appareil de MM. Favre et Silbermann.

» M. Bunte (²), directeur de la station des recherches de Munich, a fait usage d'un appareil qui, suivant son auteur, devait servir à la fois de calorimètre et de chaudière pratique. Les expériences y ont été faites sur des quantités considérables de combustible, si on le considère comme un calorimètre (jusqu'à 50^{kg} de houille brûlée par heure). Elles ont porté, au contraire, sur une quantité très petite de houille, si on le considère comme une chaudière à vapeur.

» Son appareil soulève bien des critiques; mais elles deviennent inutiles par l'examen des nombres donnés par M. Bunte lui-même. Il est regrettable qu'il n'en ait pas déterminé la valeur par la combustion préalable d'une substance dont la chaleur de combustion est connue, comme le charbon de bois, par exemple.

(¹) *Comptes rendus*, t. LXVI, p. 1047, septembre 1868, novembre 1868, août 1869, octobre 1871, décembre 1871, décembre 1873.

(²) *Recherches sur la chaleur de combustion et le pouvoir calorifique pratique de différentes espèces de combustibles.* Munich, trois fascicules, 1879, 1881 et 1882.

» A défaut d'une combustion de charbon de bois, on trouve, dans les expériences de M. Bunte, quelques mesures de la chaleur de combustion du coke. Elles sont moins probantes, car le coke renferme, outre le carbone, de l'hydrogène, de l'azote et de l'oxygène dont la présence jette quelque incertitude dans les calculs; mais l'écart entre la probabilité et le résultat est si considérable qu'il fournit la preuve de l'imperfection de l'appareil employé. M. Bunte y a encore ajouté l'emploi d'une méthode défectueuse qui lui a souvent caché le sens vrai des résultats obtenus. Non seulement il n'a pas ramené les données de ses expériences à la houille pure, c'est-à-dire à la houille sèche et sans cendres, mais il a constamment comparé les nombres donnés par la houille brute (et par conséquent de composition variable) au calcul fait d'après un autre échantillon analysé et dont bien souvent la composition était très éloignée de celle du combustible brûlé dans le calorimètre ([1]). Les comparaisons ont été faites entre des choses qui n'étaient pas comparables.

» Voici l'analyse du coke dont M. Bunte a déterminé le pouvoir calorifique :

Carbone	88,98
Hydrogène	0,71
Cendres	7,91
Eau	1,33
Oxygène par différence	1,07
	100,00

Calcul de la chaleur de combustion selon Dulong ([2]) : 7390^{cal}. M. Bunte a trouvé, dans quatre expériences, 7199, 7235, 7434 et 7183. Le calcul rectifié donne les nombres suivants :

Coke pur.	Calories suivant le calcul de Dulong.	Calories observées.	Différences.
I	8142	7796	— 346
II		8035	— 107
III		8024	— 118
IV		7751	— 391

([1]) On a peine à croire à de pareilles erreurs ou omissions lorsqu'on voit l'auteur lui-même faire remarquer qu'il est impossible d'avoir des prises d'essai homogènes, et qu'il y a souvent quelques centièmes de différence dans les cendres.

([2]) M. Bunte comprend sous la rubrique oxygène l'azote aussi. Or M. Foster vient de montrer que le coke renferme quelquefois 0,5 d'azote pour 100, ce qui augmenterait encore de 25^{cal} la chaleur de combustion calculée.

» Ainsi, non seulement il manque jusqu'à 391^{cal}, mais les expériences présentent entre elles des différences de plus de 3 pour 100.

» Il n'est pas étonnant, après cela, que M. Bunte ait trouvé pour les houilles des nombres inférieurs aux nôtres; et néanmoins il s'est trompé quand il a affirmé n'avoir jamais obtenu de chaleur de combustion atteignant et surtout dépassant la somme de l'addition de la chaleur de combustion des éléments; car il est une, au moins, des espèces de houille expérimentées par M. Bunte qui a donné ce résultat. Seulement ce résultat est resté caché à M. Bunte par suite de la méthode défectueuse qu'il a employée. Il indique pour une houille de la Ruhr :

Houille brute :

Calories observées	8037
Addition de la chaleur de combustion des éléments	8045
Différence en moins	8

» Ces deux nombres se rapportent à la houille brute. Or le second provient d'une prise d'essai qui a donné 6,04 pour 100 de cendres et le premier a été calculé sur une prise d'essai qui a produit 11,20 pour 100 de cendres, différence dont M. Bunte n'a tenu aucun compte.

» En rectifiant par le calcul les nombres qui précèdent, on obtient :

Houille pure :

Calories observées	9369
Calcul	9014
Différence en plus	355

M. Bunte, qui croyait avoir trouvé, à 8^{cal} près, la chaleur de combustion calculée, en a observé, en réalité, 355 de plus.

» Postérieurement à ses expériences, M. Bunte a fait connaître des essais calorimétriques, entrepris sur plusieurs espèces de houille par M. Stohmann [1], au moyen d'un appareil dans lequel la substance est brûlée par le chlorate de potassium. C'est le système de Frankland légèrement modifié et auquel M. Stohmann pense avoir apporté les corrections suffisantes pour en rendre les données exactes. Les nombres de M. Stohmann, cités par M. Bunte, s'appliquent à la houille brute, sans aucune indication concernant sa composition; ils n'ont réellement aucune valeur

(1) M. Stohmann a décrit son calorimètre dans le *Journal für praktische Chemie*, 1879, t. XIX, p. 115.

comparative. Du reste, l'appareil de M. Stohmann ne permet ni le dosage des cendres, ni l'analyse des gaz de la combustion, ni la mesure de leur température à leur sortie du calorimètre; il n'est donc pas applicable à la mesure calorimétrique de la chaleur de combustion de la houille, dont il est absolument indispensable de connaître la teneur en cendres dans la prise d'essai même qui a servi à l'expérience calorimétrique.

» MM. Bunte et Stohmann ayant constaté que les expériences faites avec leurs appareils ont donné des résultats inférieurs aux nôtres, en ont conclu que nos nombres sont trop élevés, sans discuter ni l'appareil ni la méthode dont nous avons fait usage; M. Bunte a changé méthode et appareil, sans même s'assurer, par la combustion de substances connues au point de vue de leur chaleur de combustion, si la voie suivie par lui pouvait le conduire au résultat recherché. Je suis donc autorisé à maintenir les conclusions que M. Meunier-Dollfus et moi nous avons tirées de nos expériences et à regarder comme exacts les nombres par lesquels nous avons représenté la chaleur de combustion des houilles que nous avons expérimentées. »

PHYSIOLOGIE. — *Propriétés physiologiques de l'écorce du* Doundaké *et de la* doundakine. Note de MM. **Bochefontaine**, **B. Féris** et **Marcus** [1], présentée par M. Vulpian.

« Le Doundaké est un arbrisseau (Rubiacée?) de la côte occidentale d'Afrique; son écorce, employée empiriquement comme fébrifuge par les indigènes du Rio-Nuñez, est rouge orangé, d'une saveur fortement amère, et formée de lamelles superposées qui se détachent facilement les unes d'avec les autres. M. Engel a soupçonné la présence d'un alcaloïde dans l'écorce, où Venturini a cru trouver de la *salicine*.

» Nous devons à l'obligeance de M. Corre une certaine quantité d'écorce du Doundaké, dont nous avons pu isoler une base organique par le procédé suivant :

» L'écorce pulvérisée est soumise à la décoction dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique. Le liquide filtré est traité par la chaux. Le précipité est recueilli sur une toile, égoutté et comprimé; le tourteau séché est épuisé par l'alcool au bain-marie. La solution alcoolique, concentrée par distillation, puis évaporée dans le vide, abandonne une substance que l'on purifie par de nouvelles évaporations.

---

[1] Travail du laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine.

» On obtient ainsi une poudre jaunâtre, formée de cristaux rhomboédriques visibles au microscope. Cette substance, d'un goût amer, soluble dans l'eau et dans l'alcool, possède une réaction alcaline. Elle précipite par la liqueur de Winkler les acides phosphotungstique et phosphomolybdique, mais elle ne se trouble pas au contact du réactif de Bouchardat. On peut, croyons-nous, la classer parmi les alcaloïdes et lui donner le nom de *doundakine*.

» C'est en vain que nous avons recherché la salicine dans l'écorce du Doundaké.

» Nous avons étudié les propriétés physiologiques de l'écorce du Doundaké avec des extraits hydro-alcooliques et avec la doundakine, sur des Batraciens et des Mammifères.

» Chez la grenouille, l'injection hypodermique d'une quantité d'extrait représentant 2^{gr} d'écorce détermine la mort au bout de trente-six heures. Chez un jeune cobaye de 100^{gr}, l'extrait de 1^{gr} d'écorce entraîne la mort après quinze minutes.

» $0^{gr},008$ de doundakine, soit 2^{gr} d'écorce, ont tué une grenouille dans l'espace de vingt-six minutes. Un cobaye de 700^{gr} a succombé dans l'espace de vingt-quatre heures à l'injection hypodermique de $0^{gr},034$ de doundakine.

» Les effets physiologiques produits par les extraits d'écorce de Doundaké et par la doundakine sont identiques et peuvent être résumés ainsi :

» *Première période.* — Chez la grenouille, au bout de deux à cinq minutes, on constate un peu d'affaiblissement général, la diminution des mouvements spontanés et réflexes; bientôt l'animal est incapable de reprendre son attitude normale. A ce moment, il garde la position que lui donne l'expérimentateur, si bizarre et anormale qu'elle puisse être. Ainsi, on place une grenouille sur l'épaule et la cuisse d'un côté, le bras du côté opposé restant en l'air; on l'assied sur le train postérieur, tout le corps dressé portant surtout sur la cuisse d'un côté; on appuie un de ses membres supérieurs sur une petite béquille et on lui joint les doigts : l'animal conserve indifféremment l'une ou l'autre de ces attitudes pendant un temps qui peut aller jusqu'à vingt-quatre heures. Cependant, la contractilité musculaire ainsi que l'excitomotricité nerveuse sont conservées et les battements du cœur ne sont pas sensiblement modifiés.

» *Deuxième période.* — Cette première période est fatalement suivie d'une seconde dans laquelle l'état particulier qui vient d'être décrit disparaît pour faire place à une résolution complète. Les mouvements respiratoires sont irréguliers, puis intermittents; ils deviennent très lents et s'arrêtent, tandis que les battements du cœur un peu ralentis sont réguliers. Les mouvements réflexes sont abolis progressivement, enfin le cœur cesse de battre.

» Si l'on répète la même expérience sur des grenouilles dont on a enlevé l'encéphale, on obtient les mêmes résultats. Si, au contraire, on a sectionné

préalablement la moelle épinière au niveau du bec du calamus, la grenouille meurt sans avoir présenté aucun phénomène de catalepsie.

» Chez le cobaye, on observe d'abord les mêmes phénomènes que chez la grenouille, puis l'état que nous avons décrit sous le nom de *cataleptique*, mais beaucoup moins accusé et moins persistant. Il survient aussi quelquefois de petits mouvements convulsifs. Le fait capital de l'intoxication est le ralentissement progressif et l'arrêt de la respiration qui se produisent alors que les battements du cœur sont parfaitement réguliers. Enfin le cœur s'arrête peu à peu et l'animal meurt.

» Chez le chien, on a fait des injections intraveineuses de solutions d'extrait représentant 50gr d'écorce de Doundaké. Les tracés hémodynamométriques ont indiqué tout d'abord un abaissement brusque de la pression sanguine intra-artérielle avec ralentissement du pouls ; ensuite une pression au-dessus de la normale avec accélération des systoles cardiaques ; enfin une diminution graduelle de plusieurs centimètres de mercure pendant laquelle les battements du cœur deviennent irréguliers. Bientôt le cœur est rentré dans l'ordre, et l'animal laissé en liberté a présenté la démarche d'un chien éthérisé. La sensibilité générale est extrêmement affaiblie, presque éteinte ; l'animal reste debout sans bouger de place, immobile, pendant une vingtaine de minutes. Si on l'oblige à se coucher, il garde également cette attitude, comme s'il dormait, jusqu'à ce qu'une excitation extérieure le fasse changer de position. Cet état a persisté pendant deux jours, au bout desquels il a diminué peu à peu, pour disparaître quatre jours seulement après l'expérience.

» Nous concluons de ces recherches que l'écorce du Doundaké contient une substance toxique qui exerce plus particulièrement son action physiologique sur la protubérance et le bulbe, pour amener chez la grenouille et le cobaye un certain état qui rappelle la catalepsie. Chez le chien, cet état n'est pas évident : il semble cependant que l'immobilité prolongée de l'animal dans les positions où on le place indique une tendance vers l'état cataleptique ; de sorte que, s'il nous avait été possible d'injecter dans les vaisseaux une plus grande quantité de substance, on aurait sans doute produit les mêmes phénomènes que chez les Batraciens et les Mammifères inférieurs.

» Nous devons encore à M. Corre un échantillon d'un poison de flèches des indigènes du Rio-Nuñez. Les expériences que nous avons faites avec ce poison, sur des grenouilles seulement, ont donné exactement les mêmes résultats qui viennent d'être décrits. Dans quelques cas, on a constaté un

ralentissement notable de la production des mouvements réflexes. Il paraîtrait donc que le poison des flèches contient le principe actif de l'écorce que nous avons étudiée.

» A l'instar des sauvages des rives du Rio-Negro, etc., qui se servent du curare pour la médecine, la chasse et la guerre, les indigènes du Rio-Nuñez emploieraient aux mêmes usages l'extrait d'écorce du Doundaké. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les cordons nerveux du pied dans les Haliotides.* Note de M. **H. Wegmann**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« M. de Lacaze-Duthiers a décrit (¹) l'épipodium, partie ainsi appelée par M. Huxley, dans les Haliotides, comme étant une dépendance du manteau. Il est arrivé à ce résultat par des études de morphologie basées sur la loi des connexions. M. Spengel (²), partant d'un autre point de vue et employant exclusivement la méthode des coupes, a obtenu des résultats différents et nie ceux de M. de Lacaze-Duthiers.

» Il s'agissait de savoir de quel côté se trouvait la vérité : s'il existe un nerf spécial pour la collerette (épipodium), alors et alors seulement il sera permis de tirer des conclusions de ce résultat. Voici ce que j'ai vu, à cet égard, sur des préparations souvent répétées.

» Il existe, dans le pied de l'Haliotide, deux gros cordons nerveux, qui naissent sur la face inférieure de la masse ganglionnaire qui renferme à la fois les ganglions pédieux et les ganglions asymétriques (de Lacaze-Duthiers). Ils suivent le pied jusqu'à son extrémité postérieure, où ils se terminent sans s'anastomoser l'un avec l'autre. Chacun de ces nerfs a la forme d'une bandelette sur les côtés de laquelle on observe une strie latérale et longitudinale; à la loupe on voit que cette strie est bien plutôt un sillon. Les deux cordons sont réunis par des commissures dont la première est toujours plus forte que les suivantes. De nombreux nerfs partent de ces troncs.

» Dans la préparation, il arrive assez souvent que le nerf casse. Quelquefois cette rupture accidentelle est heureuse, car elle ne se fait pas dans toute l'épaisseur du nerf et sur le même point, mais il reste souvent une moitié plus courte, une plus longue, ou bien une est seulement cassée, tandis que l'autre continue son trajet. Ce qu'il y a d'intéressant à noter,

---

(¹) *Syst. nerv. de l'Haliotide* (*Ann. des Sc. nat.*, 4e série, vol. XII).

(²) *Geruchsorg. u. Nervensyst. der Moll.* (*Zeitschr. für wiss. Zool.*, Bd. 35, p. 343).

c'est que les origines des nerfs collatéraux restent complètement intactes; on les voit sortir de la partie non cassée du tronçon rompu.

» Sur des animaux ayant séjourné dans la liqueur d'Owen pendant un mois ou plus, on peut facilement enlever le névrilème des nerfs en question et alors, avec deux aiguilles, on peut séparer longitudinalement le cordon en deux nerfs suivant le sillon latéral. Cette séparation n'est pas trop difficile et l'on ne déchire pas le nerf longitudinalement. Parfois il arrive que des nerfs naissent latéralement l'un presque en arrière de l'autre et l'on peut écarter leurs origines sans les détruire. Il est donc facile d'avoir des préparations qui démontrent avec évidence l'existence d'un double cordon. D'ailleurs rien ne s'oppose physiologiquement à la réunion sous un seul névrilème de deux nerfs bien distincts, ce qui a été prouvé déjà ailleurs (1).

» Ni l'origine apparente ni la terminaison des cordons ne donnent d'indication précise sur la question : tout ce qu'on peut voir, c'est que les deux nerfs d'un cordon ne changent pas leurs rapports mutuels.

» Voyons les nerfs qui se détachent de ces cordons. On en distingue quatre sortes :

» 1° Les commissures. Il est facile de voir qu'elles naissent sur la partie ventrale des cordons, c'est-à-dire sur la partie située en avant du sillon longitudinal.

» 2° Les nerfs qui se distribuent dans le pied proviennent du bord externe des cordons (face opposée aux origines des commissures), seulement en avant du sillon.

» 3° Nerfs qui se distribuent dans la collerette. Ils tirent leurs origines du bord externe des cordons, en arrière du sillon, par conséquent de sa partie dorsale. Leur distribution est fort remarquable; d'ailleurs personne n'a fait d'objections à ce sujet.

» 4° Enfin on observe sur le bord interne des cordons de petits filets qui naissent également dans la partie dorsale, comme les nerfs précédents. Quoique insignifiants, ils me semblent avoir une certaine valeur au point de vue qui nous occupe. Il est difficile de les suivre jusqu'à leur terminaison; tout ce que j'ai pu constater, c'est qu'ils ne se dirigent pas horizontalement comme les commissures, mais qu'ils ne tardent pas à se porter vers la face dorsale.

» Les origines de ces nerfs fournissent une seconde preuve de l'existence

---

(1) *Archives de Zoologie expérimentale et générale*, 1re série, vol. IX. Notes et revue, p. 41.

d'un double cordon. Admettons en effet pour un moment qu'ils soient simples; ils donneraient chacun quatre ou au moins trois sortes de nerfs, si l'on fait abstraction des petits filets indiqués.

» D'abord les commissures ne sont pas des nerfs ordinaires; elles ne relient que les parties ventrales des cordons.

» Ensuite les nerfs de la collerette me paraissent différer beaucoup de ceux qui se rendent au pied, tant par leur origine que surtout par le mode de leur distribution.

» Si l'on n'admettait qu'un seul tronc, il fournirait dans sa partie ventrale des commissures et des nerfs ordinaires, dans sa partie dorsale des nerfs d'une autre sorte.

» Si l'on aplatit légèrement un de ces cordons entre deux lames de verre, on voit, à un faible grossissement, une bandelette transparente entre deux bandes opaques.

» Voyons maintenant les résultats fournis par les coupes.

» Sur des coupes épaisses pouvant être observées à la loupe, on voit le nerf logé dans un canal, probablement sanguin, présentant une échancrure (sillon) assez profonde sur le bord externe, tandis que sur le bord interne on ne voit pas toujours un sillon bien accusé.

» Sur des coupes moins épaisses, observées à un faible grossissement, on voit de plus le névrilème commun très distinct et dans le prolongement du sillon une trace de séparation en deux parties. Il m'est arrivé de voir ces deux parties réellement séparées dans une série de préparations.

» Mais il faut faire des coupes plus fines encore, et alors on voit, à un grossissement assez fort, la séparation nette en deux parties. Quelquefois il reste un peu du tissu entre les deux, d'autres fois la séparation est complète. On est souvent trompé par l'apparence, parce que les deux moitiés de la coupe du nerf se sont séparées, que, l'une ayant disparu, l'on ne voit plus que celle qui reste.

» Pour moi il n'existe plus aucun doute : il y a deux nerfs dans chacun de ces cordons nerveux du pied, comme l'avait très exactement indiqué M. de Lacaze-Duthiers.

» Telles sont, pour l'explication de la nature de l'épipodium, les preuves que peut fournir le système nerveux; quant à celles qui démontrent qu'il est une dépendance du manteau, elles seront ultérieurement tirées de considérations morphologiques. »

M. DE LACAZE-DUTHIERS, à la suite de cette Communication, fait observer que la méthode qu'il a employée dans ses études morphologiques sur l'Haliotide est tout autre que celle mise en pratique par l'auteur allemand. Il ne s'est point contenté de quelques dissections ou de quelques coupes; il a fait des recherches basées sur les comparaisons et sur les relations qui sont clairement établies, d'une part, entre les nerfs et les cordons qui les fournissent et, d'autre part, entre les nerfs et les parties auxquelles ils se distribuent.

» Il en est de même de toutes les méthodes : elles sont excellentes dans certains cas, mais elles doivent toujours être contrôlées par les comparaisons, par les confirmations *a posteriori*.

» On voit ici un nouvel exemple de ces erreurs auxquelles conduisent des procédés trop absolument et isolément employés.

» La morphologie ne fournit des résultats certains qu'à la condition expresse de s'appuyer d'abord sur les faits anatomiques d'une vérité incontestable, ensuite sur des relations bien établies par des comparaisons nombreuses conduisant à la connaissance des connexions.

» Ce qui avait guidé dans cette détermination de la nature du cordon nerveux courant dans le pied de l'Haliotide et de la valeur morphologique de l'épipodium, c'était un fait qui ne laissait aucun doute : jamais un nerf du ganglion pédieux d'un Gastéropode ne remonte dans le manteau, jamais un nerf du centre asymétrique ne descend dans le pied; ici il y avait deux ordres nerfs, et il fallait conclure qu'il y avait deux ordres de parties ou d'organes.

» Les conclusions de l'auteur allemand Spengel sont erronées, comme l'a démontré M. Wegmann, et l'on doit ajouter qu'elles sont erronées parce qu'elles n'ont pas eu le contrôle morphologique. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les températures de la mer, observées à Concarneau et Douarnenez.* Note de M. GOEZ, présentée par M. Ch. Robin.

« Chargé par M. le Ministre de la Marine de seconder MM. les professeurs Robin et Pouchet dans les études poursuivies au laboratoire de Zoologie et de Physiologie maritimes, créé par Coste à Concarneau, j'ai porté particulièrement mon attention sur la température de la mer au voisinage de la côte.

» Pour les températures du fond, je me suis servi d'un thermomètre Negretti-Zambra (n° 52, thermomètres 268 et 269) à renversement, le

même que M. Pouchet avait employé au cours de sa mission en Laponie. Le zéro avait été vérifié avant la mise en service; l'instrument, quoique d'un modèle ancien, a parfaitement fonctionné. Voici les résultats auxquels je suis arrivé :

» 1° A Concarneau, la température a été observée trois fois par jour (8^h, midi, 5^h) à la surface et sur le fond, à 10^m environ.

» A la surface, pendant l'été de 1882, la température moyenne s'est progressivement élevée de + 13° (16 juin) à + 18° (25 juillet), pour retomber presque aussitôt à + 17° où elle se maintint jusqu'au 25 août. Elle descendit alors et finit par se maintenir à + 15° (1er septembre, 8 octobre).

» Les mêmes observations sont reprises dans le même lieu, le 23 mars 1883. La température moyenne, qui est à cette date de + 9°, atteint progressivement + 10° (5 avril) et + 11° (12 mai). Puis elle présente vers le 15 mai une ascension subite corrélative d'un échauffement extraordinaire survenu dans l'atmosphère. Elle reste près d'un mois à + 16° (23 mai, 16 juin), puis subit un léger abaissement.

» 2° Les températures prises en même temps sur le fond, à 10^m environ, présentent avec celles de la surface des écarts qui ne dépassent pas en général 2° à 2°,5. Ces écarts peuvent être en plus ou en moins. Les influences locales multiples qui règlent les alternatives ne paraissent pas susceptibles d'être actuellement analysées en dehors de l'influence des saisons.

» 3° Les observations par 30^m de fond ont été faites soit dans la baie de Douarnenez, soit dans celle de Concarneau, dont le régime hydrographique est d'ailleurs très différent.

» A Douarnenez, baie complètement fermée, douze sondages pratiqués du 11 décembre 1882 au 3 février 1883, à environ 3 milles de toute terre, en pleine période hivernale, n'ont accusé que des différences insensibles. A la surface, aussi bien que par 30^m de fond, le thermomètre accuse la même température de + 10° environ.

» A Concarneau, on a choisi pour lieu d'observation le milieu de la baie, entre la côte et les Iles Glénans, à 3 milles environ de toute terre. A 30^m, la température pendant l'été est sensiblement inférieure à celle de la surface ; l'écart paraît être de 4° et même de 5°. Cette température du fond varie d'autre part avec les saisons. Pendant la période estivale, nous la voyons s'élever de + 10°,5 environ (commencement d'avril) à + 16°,2 (mois d'août).

» Nous n'avons pas d'observations correspondant à la période hivernale, mais les observations extrêmes (commencement d'octobre 1882, commencement d'avril 1883) montrent que dans le courant de l'hiver la température du fond doit devenir un peu supérieure à celle de la surface. Il est probable, en vertu même des lois de la Physique, que l'écart en ce sens reste toujours peu considérable. En tous cas, la circulation ascendante que suppose cet état de choses n'est peut-être pas sans influence sur la faune pélagique de la région.

» Cette année en particulier, la température du fond s'est trouvée, dans la première quinzaine de mai, beaucoup plus chaude que la surface, puis, tout à coup, l'inverse s'est produit. Ce changement a coïncidé avec une élévation extraordinaire de la température atmosphérique vers le 15 mai (27° à midi, à l'ombre) :

	13 mai 1883.	21 mai 1883.
Température de l'air	+ 15°	+ 22°,7
Température de l'eau à la surface	+ 9,1	+ 14,2
Température de l'eau au fond	+ 11,7	+ 12,5

» Ajoutons que, cette année, l'époque où se produisait l'inversion dont nous parlons a été précisément marquée par l'apparition de la sardine en abondance.

» 4° Nous avons pu pratiquer, le 27 juillet et le 7 août de l'année dernière, deux sondages à 3 milles au sud des îles Glénans, par 60m de fond environ. Comparés à ceux du milieu de la baie (30m), ils ont donné :

	28 juillet 1882.	7 août 1882.
Surface	17°,5	+ 18°
Fond (30m)	14,3	+ 15,5
Fond (60m)	12,5	+ 12,7

» Nous ne voulons, quant à présent, tirer aucune conclusion d'observations aussi peu nombreuses. Nous avons cru toutefois qu'il pouvait être bon d'appeler l'attention sur un ordre de recherches qui paraît avoir été complètement négligé jusqu'à ce jour en France et qui semble cependant de nature à jeter quelque lumière sur les déplacements, au sein de l'Océan, de certaines espèces animales dont l'histoire intéresse à la fois la Biologie et nos pêcheries nationales. »

MICROGRAPHIE. — *Réponse à* M. Certes, *au sujet de la méthode d'examen des corpuscules tenus en suspension dans l'eau.* Extrait d'une Lettre de M. **Eug. Marchand** à M. Dumas.

« M. A. Certes a adressé à l'Académie, dans la séance du 9 juillet, une réclamation de priorité au sujet de la Communication que vous avez bien voulu présenter en mon nom dans la séance précédente, relativement à la présence constante, dans les eaux de toute provenance, de certains organismes non microscopiques dont l'existence avait échappé jusqu'à présent à tous les observateurs. M. Certes assure que mon mode d'examen se rapproche de celui qu'il a indiqué à la Rochelle au mois d'août dernier. Je ne connais son travail que par ce qu'il vient d'en dire : je n'avais pas assisté au Congrès de la Rochelle, et le Volume des actes de cette réunion de savants n'a pas été encore livré à la publicité.

» Il n'y a rien de nouveau, du reste, dans ma méthode d'étude des eaux,

puisqu'elle n'est, comme je l'ai dit, que l'application du procédé employé par M. Tyndall pour constater la pureté optique de l'air. »

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 JUILLET 1883.

Phénomènes dus à l'action de l'atmosphère sur les étoiles filantes, sur les bolides, sur les aérolithes; par G.-A. HIRN. Paris, Gauthier-Villars, 1883; br. in-8°.

Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels; par J. POST, traduit de l'allemand par L. GAUTIER et KIENLEN; fasc. IV, p. 481 à 640. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

M[me] CARLA SERENA. *Hommes et choses en Perse.* Paris, G. Charpentier, 1883; 1 vol. in-12.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, compilati dal segretario; anno XXXIV, sessione VI[a], del 12 giugno 1881. Roma, 1881; in-4°.

Bibliotheca historico-naturalis et mathematica. Lager. Catalog von R. FRIEDLANDER et SON. Berlin, 1883; in-8° relié.

Bolton's telegraph code compiled by major FRANCK BOLTON. London, Longmans, Green, Reader et Dyer, 1871; in-4° oblong relié.

ERRATA.

(Séance du 16 juillet 1883.)

Page 157, ligne 6, *au lieu de* $r = 1$, $r = 2$, $r = 3$, *lisez* $k = 1$, $k = 2$, $k = 3$.
Page 157, ligne 9, *au lieu de* (5), *lisez* 5.
Page 157, ligne 10, *au lieu de* $e^{-\frac{2}{r}}$, *lisez* $e^{-\frac{2}{k}}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JUILLET 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE TERRESTRE. — *Résistance vive ou dynamique des solides. Représentation graphique des lois du choc longitudinal, subi à une de ses extrémités par une tige ou barre prismatique assujettie à l'extrémité opposée.* Note de MM. DE SAINT-VENANT et FLAMANT (Suite) (1).

« 9. *Loi des mêmes déplacements u dans l'état de détente libre, où la barre et le corps heurtant ont cessé de se toucher* (même *fig.* 3).

» Dans cet état, qui suit l'instant $t = t_1$ de la fin du choc, ou après que

$$\text{(35 bis)}\quad \begin{cases} \text{pour} & r = \frac{P}{Q} = 1, \quad \frac{1}{2}, \quad \frac{1}{4}, \quad \frac{1}{6}; \\ \text{on a eu (24)} : & \frac{\omega t_1}{a} = 3,06767; \; 4,70856; \; 5,89974; \; 7,4187, \end{cases}$$

les valeurs de u seront encore données (n° 7) par

$$[(33) \text{ ou } (6) \text{ reproduit}] \qquad u = f(\omega t - x) - f(\omega t + x - 2a).$$

(1) *Comptes rendus*, séances des 16 et 23 juillet 1883.

Mais, dans cette expression, dès que la variable

$$\zeta = \omega t - x \quad \text{ou} \quad \zeta = \omega t + x - 2a$$

de l'une ou de l'autre des deux fonctions $f(\zeta)$ qui y entrent viendra à excéder $\zeta_1 = \omega t_1$, il faudra faire, d'après ce qu'on a vu (au même n° 7),

[(34) ou (27) reprod.] $f(\zeta) = [f(\omega t_1) + f(\omega t_1 - 2a)] - f(\zeta - 2a)$ pour $\zeta > \omega t_1$,

car c'est l'intégrale que nous avons tirée au n° 7 de la relation

(25) $f'(\zeta) = -f'(\zeta - 2a)$ du n° 6, résultant de $\left(\frac{du}{dx}\right)_{x=0} = 0$.

» On peut, au reste, vérifier qu'ensuite la condition $\left(\frac{du}{dx}\right)_{x=0} = 0$ de l'état de détente sera bien remplie; car lorsque $\omega t - x$ vient à excéder ωt_1, la substitution à $f(\omega t - x)$ de ce qui résulte de (25) change (33) en

(35) $u = f(\omega t_1) + f(\omega t_1 - 2a) - f(\omega t - x - 2a) - f(\omega t + x - 2a)$,

expression qui, différentiée, donne bien $\left(\frac{du}{dx}\right)_{x=0} = 0$.

» Nous avons, en conséquence, calculé les ordonnées $\frac{\omega}{V}\frac{u}{a}$ des parties ponctuées de notre *fig.* 3 par la même formule (32) en η du n° 8 que les ordonnées relatives à l'état de jonction, mais en ayant soin, lorsque la variable $\eta - \frac{x}{a}$ ou $\eta + \frac{x}{a} - 2$ de l'une ou de l'autre des deux fonctions f vient, tant par les valeurs de η que par celles de $\frac{x}{a}$, à excéder les (26) $\frac{\omega t_1}{a}$, de faire

(36) $\mathrm{f}\left(\eta - \frac{x}{a}\right) = C_1 - \mathrm{f}\left(\eta - \frac{x}{a} - 2\right)$, $\mathrm{f}\left(\eta + \frac{x}{a} - 2\right) = C_1 - \mathrm{f}\left(\eta + \frac{x}{a} - 4\right)$,

la constante C_1 ayant toujours les valeurs numériques (29).

» Et quand $\eta - \frac{x}{a} + 2$, $\eta + \frac{x}{a} - 4$ arrivent à leur tour, par suite de la croissance du temps t ou de $\eta = \frac{\omega}{a} t$, à excéder $\eta_1 = \frac{\omega t_1}{a}$, nous nous sommes encore servis de (28) fournissant

(37) $\mathrm{f}\left(\eta - \frac{x}{a} - 2\right) = C_1 - \mathrm{f}\left(\eta - \frac{x}{a} - 4\right)$; $\mathrm{f}\left(\eta + \frac{x}{a} - 4\right) = C_1 - \mathrm{f}\left(\eta + \frac{x}{a} - 6\right)$;

d'où, en substituant dans (36) et réduisant,

(37 a) $\mathrm{f}\left(\eta - \frac{x}{a} > 2\frac{\omega t_1}{a}\right) = \mathrm{f}\left(\eta - \frac{x}{a} - 4\right)$, $\mathrm{f}\left(\eta + \frac{x}{a} - 2 > 2\frac{\omega t_1}{a}\right) = \mathrm{f}\left(\eta + \frac{x}{a} - 6\right)$,

ce qui donne, pour leur différence ou pour le déplacement u, un retour aux valeurs qu'il avait à un temps antérieur de $\frac{4a}{\omega}$; d'où les courbes que nous avons recommencé à tracer pleines à la suite des parties ponctuées.

» **10.** *Lois des dilatations ou contractions des divers éléments de la barre rapportées à l'unité de leur longueur* (*fig.* 4). — La *fig.* 4 offre une représentation graphique de ces proportions des déformations longitudinales locales et instantanées, ayant les grandeurs

$$(38 \qquad -\partial = -\frac{du}{dx} = f'(\omega t - x) + f'(\omega t + x - 2a),$$

au moyen de courbes anguleuses ayant pour ordonnées (1 a') les produits

$$(38\ bis) \qquad \mathrm{d} = -\frac{\omega}{V}\frac{du}{dx} = \mathrm{f}'\left(\frac{\omega t}{a} - \frac{x}{a}\right) + \mathrm{f}'\left(\frac{\omega t}{a} + \frac{x}{a} - 2\right);$$

et pour abscisses, comme les courbes de la *fig.* 3, les $\frac{\omega t}{a}$, produits des temps par le rapport constant $\frac{\omega}{a}$; et ce, dans les trois hypothèses $r = \frac{P}{Q} = 1$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, aux cinq points $x = 0, \frac{a}{4}, \frac{a}{2}, \frac{3a}{4}, a$, de la barre; l'échelle des abscisses étant 20^{mm} pour $\eta = 1$ et celle des ordonnées 10^{mm} pour $-\frac{\omega}{V}\frac{du}{dx} = 1$.

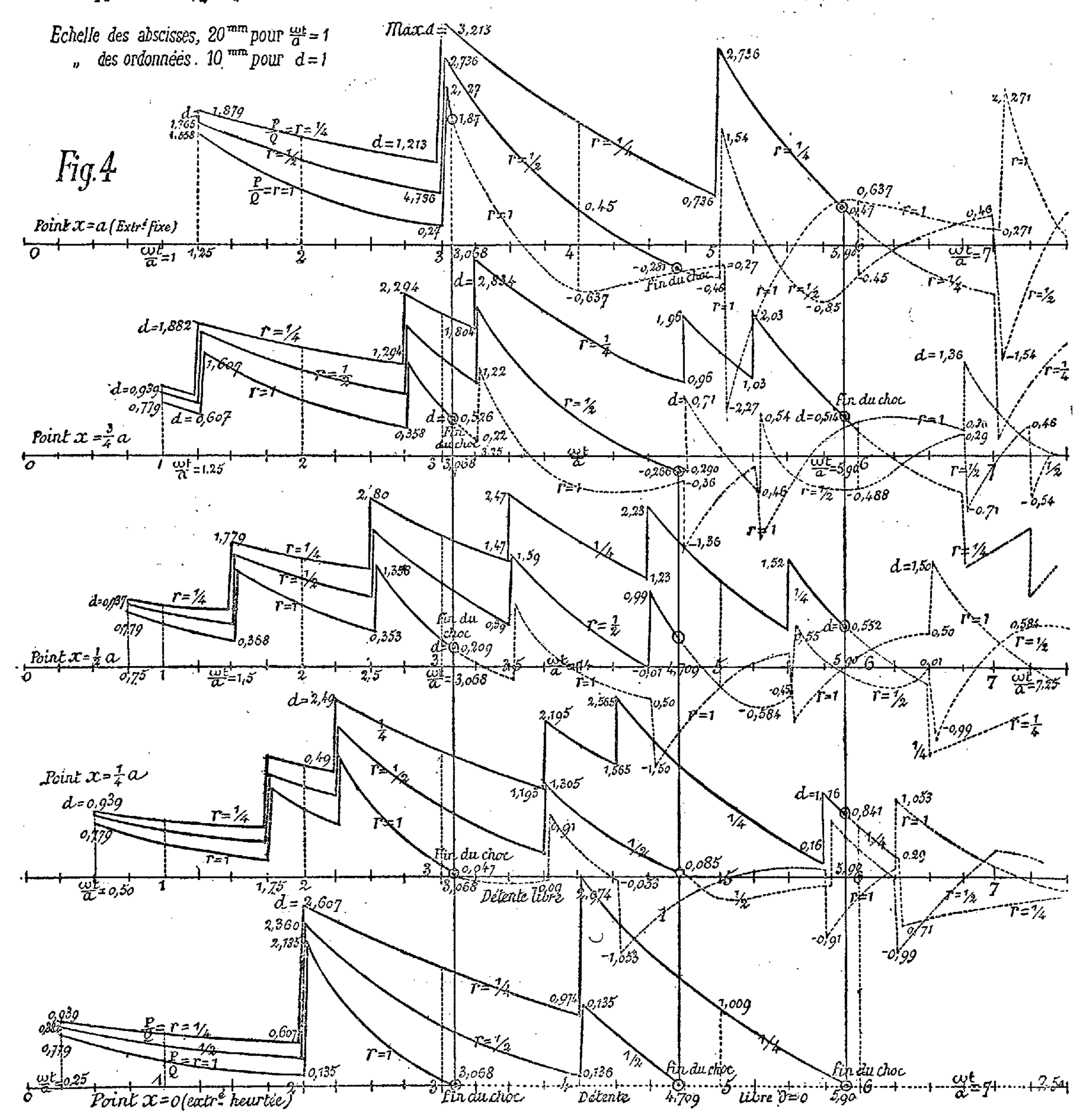
» Les courbes de l'épure ($x = a$) ont ainsi des ordonnées $2\mathrm{f}'\left(\frac{\omega t}{a} - 1\right)$.

» Les bonds ou augmentations subites de grandeur des ordonnées sont tantôt de 1, tantôt de 2, c'est-à-dire, pour les $-\frac{du}{dx}$, tantôt de $\frac{V}{\omega}$, tantôt de $2\frac{V}{\omega}$, et ils sont naturellement plus fréquents que ceux (*fig.* 1) des $f'(\zeta)$, n'ayant que $\frac{V}{\omega}$ pour grandeur.

» Dans l'état de détente libre qui suit la séparation du corps heurtant, et où la loi des $-\frac{du}{dx}$ se trouve figurée par des prolongements ponctués, leurs valeurs sont données par la même expression (38) ou (38 *bis*) tant que $\omega t - x$ reste $< \omega t_1$. Quand il le dépasse, il faut, d'après (25) $f'\ \zeta > \omega t_1) = -f'(\zeta - 2a)$, remplacer le premier terme de (38) par $-f'(\omega t - x - 2a)$, ou celui de (38 *bis*) par $-\mathrm{f}'\left(\frac{\omega t}{a} - \frac{x}{a} - 2\right)$. Et quand le trinôme du second terme de (38 *bis*) devient lui-même plus grand que $\frac{\omega t_1}{a}$, il vient $-\frac{\omega}{V}\frac{du}{dx} = -\mathrm{f}'\left(\frac{\omega t}{a} - \frac{x}{a} - 2\right) - \mathrm{f}'\left(\frac{\omega t}{a} + \frac{x}{a} - 4\right)$.

On a, dès lors, des dilatations numériquement égales aux contractions

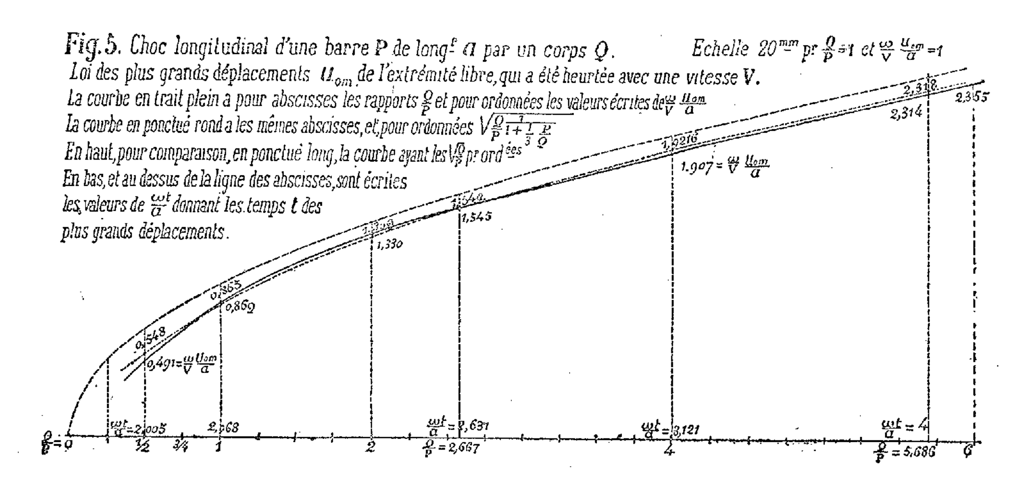
Choc longitudinal d'une barre P de longueur a par un corps Q avec une vitesse V.
Lois des dilatations ou contractions $-\partial=\frac{du}{dx}$ de ses divers éléments. Courbes ayant, pour trois suppositions $\frac{P}{Q}=r=1, \frac{1}{2}$ et $\frac{1}{4}$ et pour les cinq points $x=0, \frac{1}{4}a, \frac{1}{2}a, \frac{3}{4}a$ et a, des abscisses $\frac{\omega t}{a}$ indiquant les temps t, et des ordonnées $d=\frac{\omega}{V}(-\partial)$ indiquant les déformations.



qu'on avait antérieurement, et réciproquement.

» Sans discuter les détails compliqués et curieux qu'offre cette figure, nous pouvons déjà y remarquer que, soit pour $\frac{P}{Q} = r = 1$, ou $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{4}$, *la plus grande de ces déformations* s'opère au point $x = a$, c'est-à-dire à l'extrémité fixe de la barre. Mais cette conclusion sera obtenue d'une manière plus générale au n° 12.

» **11.** *Plus grands déplacements de l'extrémité heurtée* (*fig.* 5). — Dans le problème du choc longitudinal, on se propose surtout deux buts; la déter-



mination : 1° du plus grand déplacement du point heurté, et 2° de la plus grande proportion des contractions ou dilatations éprouvées par les éléments de la barre.

» Pour le premier but, analogue à la détermination de la *flèche* de courbure dans les problèmes de flexion, nous aurons à chercher

$$(39) \qquad u_{0m} \left[\text{maximum de } u_0 = (u)_{x=0}\right] = f(\omega t) - f(\omega t - 2a).$$

» L'instant de ce maximum tombera dans celui des intervalles de $\omega t = 2na$ à $\omega t = 2na + 2a$ où le déplacement u_0 aura crû en commençant et décru à la fin, en sorte que la dérivée de sa dernière valeur $f(2na + 2a) - f(2na)$ soit négative ou qu'on ait

$$f'(2na) - f'(2n + 2)a > 0.$$

» Faisons successivement $n = 1, 2, 3$; puis mettons à la place de $f'(2a)$, $f'(4a)$, $f'(6a)$ les valeurs que prennent les expressions (11), (12), (13) des f'

pour les limites supérieures $4a$, $6a$, $8a$ de ωt; les inégalités ainsi posées

$$(40)\quad \begin{cases} f'(2a)-f'(4a)>0, \quad f'(4a)-f'(6a)>0, \quad f'(6a)-f'(8a)>0 \\ \text{seront} \\ 4re^{2r}>1, \quad 4r(1-2r)e^{4r}+8re^{2r}>1, \\ 4r(1-4r+\frac{8}{3}r^2)e^{6r}+8r(1-4r)e^{4r}+12re^{2r}>1; \\ \text{d'où } r=\frac{P}{Q}>0,17587, \quad >0,072380, \quad >0,039745, \\ \text{ou } \frac{Q}{P}<5,686, \quad <13,816, \quad <25,16. \end{cases}$$

$$(41)\quad \begin{cases} \text{Le maximum cherché } u_{0m} \text{ tombera ainsi :} \\ \text{entre } t=\frac{2a}{\omega} \text{ et } t=\frac{4a}{\omega} \text{ si } Q< \ 5,686P; \\ \text{entre } t=\frac{4a}{\omega} \text{ et } t=\frac{6a}{\omega} \text{ si } Q> \ 5,686P \text{ et } <13,816P; \\ \text{entre } t=\frac{6a}{\omega} \text{ et } t=\frac{8a}{\omega} \text{ si } Q>13,816P \text{ et } <25,16P. \end{cases}$$

Soit, en premier lieu, $r=\frac{Q}{P}$ entre 0 et 5,686.

» Substituons, dans l'expression (39) de u_0, celles (10) et (11) de f (n° 2); en écrivant, dans leurs premiers membres, ωt au lieu de la variable générale ζ, nous aurons

$$(42)\quad u_0\left(\text{pour } \omega t=\frac{4a}{2a}\right)=\frac{Qa}{P}\frac{V}{\omega}\{-1-e^{-r\eta}+[2+2r(\eta-2)]e^{-r(\eta-2)}\},$$

où η désigne ici, pour abréger, $\frac{\omega t}{a}$. Égalant à zéro sa différentielle par rapport à η, on en tire $\eta=2+\frac{1}{2r}e^{-2r}$ qui, substitué dans (42), donne

$$(43)\quad u_{0m}=\text{maxim. de } u_0\left(\text{pour } \omega t=\frac{4a}{2a}\right)=\frac{Qa}{P}\frac{V}{\omega}\left(-1+2e^{-\frac{1}{2}e^{-\frac{2P}{Q}}}\right).$$

» En second lieu, soit $\frac{Q}{P}$ entre 5,686 et 13,816. Les expressions (11) et (12) des f, substituées dans (39), donneront

$$(44)\quad \begin{cases} u_0=\frac{Qa}{P}\frac{V}{\omega}\{1-e^{-r\eta}+[2+2r^2(\eta-2)]e^{-r(\eta-2)} \\ \qquad\qquad -[2+2r(\eta-4)+2r(\eta-4)^2]e^{-r(\eta-4)}\}, \end{cases}$$

où η doit avoir, pour que le premier membre devienne u_{0m}, la valeur qu'on

tire de la différentielle du second membre égalée à zéro, valeur qui est

$$(45)\qquad \eta = \frac{\omega t}{a} = 4 + \frac{1+e^{-2r}}{2r} - \frac{1}{2r}\sqrt{(1+e^{-2r})^2 + 8re^{-2r} - 2e^{-4r}}.$$

» Nous avons calculé par la formule (43) et aussi par celle de (44) avec η tiré de (45), treize valeurs de $\frac{\omega}{V}\frac{u_{0m}}{a}$ répondant à autant de valeurs de $\frac{Q}{P}$ de $\frac{1}{2}$ à 13,82. Nous rapportons sept de ces chiffres (de 0,548 à 2,355) sous sept points de la courbe en traits pleins de la *fig.* 5, dont elles sont les ordonnées, les abscisses étant les $\frac{Q}{P}$. Au-dessus des mêmes points, nous avons écrit, pour comparaison, six valeurs, de 0,548 à 2,318, des ordonnées d'une courbe en ponctué rond dont l'équation est donnée par la formule dite élémentaire de deuxième approximation

$$(46)\qquad \frac{\omega}{V}\frac{u_{0m}}{a} = \sqrt{\frac{P}{Q}\frac{1}{1+k\frac{P}{Q}}},\quad \text{où, ici, on a}\quad k = \frac{1}{3};$$

» Enfin, et au-dessus encore, nous avons tracé en ponctué ong, sans en écrire les ordonnées qui sont les racines carrées des abscisses, une parabole fournie par $\frac{\omega}{V}\frac{u_{0m}}{a} = \sqrt{\frac{Q}{P}}$ qui est l'expression vulgaire (1) de *première approximation* du n° 1, obtenue en négligeant l'inertie des éléments de la barre.

» Celle (46) qui a fourni le ponctué rond est l'application, au choc longitudinal, de cette formule générale de *deuxième approximation*, susceptible d'être établie élémentairement aussi, du déplacement du point heurté d'un système élastique *quelconque* lorsqu'on tient compte d'une certaine manière, et comme en bloc, de l'inertie des éléments ([1]).

([1]) Cette formule, donnée en 1854 (*Société philomathique*, 21 janvier) et en 1857 (*Comptes rendus*, 10 août, p. 1024), s'applique au déplacement, sous le choc d'un corps Q avec une vitesse V, d'un point mobile quelconque de tout système élastique P ayant un ou plusieurs points fixes, si l'on y fait généralement, au lieu de $\frac{1}{3}$,

$$(46\ bis)\qquad k = \int_P \left(\frac{v_1}{V_1}\right)^2 \frac{dP}{P};$$

où $\frac{v_1}{V_1}$ est le rapport de la vitesse v_1 prise à la fin du choc par l'élément quelconque dP, à celle V_1 prise alors par celui de ces éléments qui a reçu le choc. Elle s'obtient élémentairement si l'on pose, par le théorème des vitesses virtuelles, l'équation d'équilibre dynamique entre la quantité de mouvement primitive $\frac{Q}{g}V$ et celles $-\frac{Q}{g}V_1$, $-\frac{dP}{g}v_1$, et prenant pour

» On voit que pour les valeurs de $\frac{P}{Q}$ moindres que 2, comme elles le sont généralement, la formule (46), facilement calculable, donne des résultats fort approchés de ceux de la formule exacte, et qu'il suffit de s'en servir lorsqu'on ne se propose de déterminer que le déplacement maximum du point heurté.

» **12.** *Détermination de la plus grande des dilatations ou contractions des divers éléments de la barre, sur l'unité de leurs longueurs. Conclusion.* — Pour atteindre ce second et plus important but, il faut revenir à la solution exacte :

$$(47)\qquad -\partial = -\frac{du}{dx} = f'(\omega t + x) + f'(\omega t + x - 2a).$$

» Le fait de son maximum à l'extrémité fixe $x = a$, observé, n° **10**, au haut de la *fig.* 4, peut être démontré généralement. On a vu en effet, n° 5 (*fig.* 1), que les f' ont une suite de maxima particuliers $f'(\varepsilon)$, $f'(2a+\varepsilon)$, $f'(4a+\varepsilon)$, ..., parmi lesquels il y en a un plus grand que les autres. Si

---

déplacements virtuels, comme on fait toujours, leurs déplacements $V_1 dt$, $v_1 dt$ de la fin du choc, ce qui donne $QV.V_1 - QV_1.V_1 - \int_P v_1.v_1 dP = 0$, d'où, si k a la valeur (46 *bis*) :

$$V_1 = \frac{V}{1 + k\frac{P}{Q}};$$

expression générale qui est susceptible d'être déduite aussi du théorème admis et usuel des pertes de force vive. Or, il en résulte, si l'on égale, comme il a été fait au n° **1** pour obtenir la formule (1), le travail $\frac{1}{2} E\sigma \frac{u_m}{a} u_m$ de déformation, à la demi-force vive

$$\frac{QV_1^2}{2g} + \int_P \frac{v_1^2}{2g} dP = \frac{QV_1^2}{2g}\left(1 + k\frac{P}{Q}\right)$$

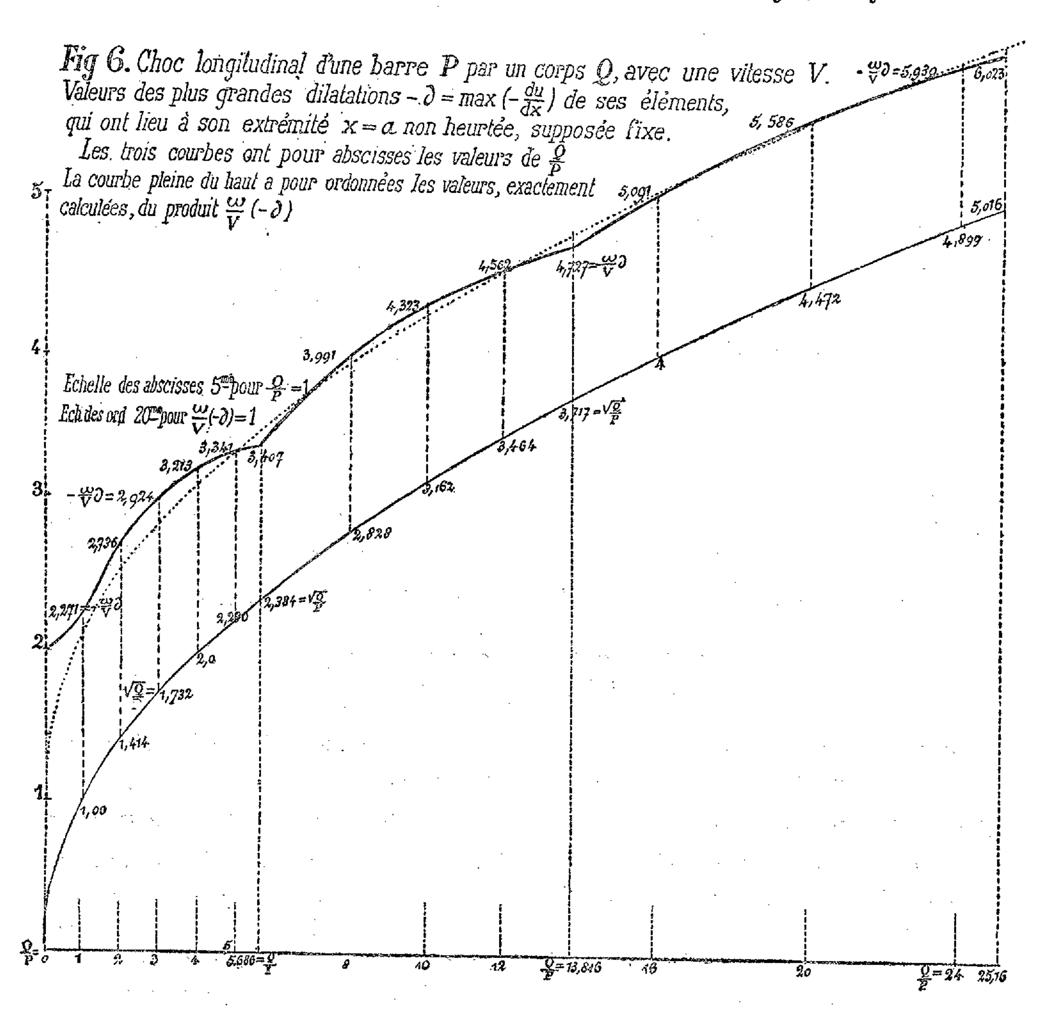
possédée par le système après ce partage, précisément la formule (46) avec (46 *bis*) pour k.

Le degré d'erreur, dont cette formule de deuxième approximation reste affectée, ne tient qu'à ce que, faute de connaître les grandeurs des rapports $\frac{v_1}{V_1}$, *on leur attribue la même valeur que si les vitesses étaient très petites,* ou si les systèmes élastiques heurtés se déformaient de la même manière que sous une suite d'actions purement statiques, ou assez lentement variables pour que (dans le cas actuel) la dilatation ou contraction des éléments reste sensiblement la même à chaque instant d'un bout à l'autre. C'est ce qui fait que cette évaluation, fort approchée quand on ne veut avoir que le déplacement du point heurté, est trompeuse, lorsqu'il s'agit (numéro suivant) d'évaluer la plus grande contraction ou dilatation des éléments.

donc chacun des deux termes de (47) peut lui être fait égal, la somme sera évidemment le maximum cherché de $-\partial$. Or cette égalité des deux termes de (47) est obtenue si l'on fait $x = a$. On a donc

$$(48)\quad \begin{cases} \text{Max. de } -\partial = 2f'(\omega t - a) = \text{le plus grand des } 2f'(\varepsilon),\ 2f'(2a+\varepsilon),\ 2f'(4a+\varepsilon),\ \ldots, \\ \text{qui ont lieu aux temps respectifs :} \qquad t = \dfrac{a+\varepsilon}{\omega},\quad \dfrac{3a+\varepsilon}{\omega},\quad \dfrac{5a+\varepsilon}{\omega},\ \ldots \end{cases}$$

D'après ce qu'on a vu, au même n° 5, de la marche de f', s'il y a un des



(48) $2f'$ qui, plus grand que le précédent, surpasse aussi le suivant, il surpassera par cela seul ceux qui suivront, et il sera le *maximum maximorum*

cherché. Or les différences, telles que

$$f'(2a+\varepsilon)-f'(4a+\varepsilon),\quad f'(4a+\varepsilon)-f'(6a+\varepsilon),\quad \ldots,$$

sont, d'après les (9) à (13), égales aux différences $f'(2a)-f'(4a)$, $f'(4a)-f'(6a)$, ...; et nous avons déjà, au numéro précédent **11**, calculé à quelles conditions, ou dans quelles limites (40) des valeurs de $r=\frac{P}{Q}$, on a $f'(2a)-f'(4a)>0$, $f'(4a)-f'(6a)>0$, ... Si nous appliquons ici les mêmes chiffres, nous concluons, avec M. Boussinesq, $-\partial_m$ désignant le maximum cherché de $-\partial$, qu'il faudra prendre

$$(49)\quad\begin{cases}\text{Pour } \frac{Q}{P}<5{,}686, \text{ ou } \frac{P}{Q}>0{,}17587,\\ -\partial_m=2f'(2a+\varepsilon)=2\frac{V}{\omega}\left(1+e^{-\frac{2P}{Q}}\right), \quad \text{ou} \quad =2\frac{V}{\omega} \text{ si } \frac{Q}{P} \text{ est très petit;}\end{cases}$$

$$(50)\quad\begin{cases}\text{Pour } \frac{Q}{P}>5{,}686 \text{ et } <13{,}816, \text{ ou pour } \frac{P}{Q}<0{,}17587 \text{ et } >0{,}072380,\\ -\partial_m=2f'(4a+\varepsilon)=2\frac{V}{\omega}\left[1+\left(1-\frac{4P}{Q}\right)e^{-\frac{2P}{Q}}+e^{-\frac{4P}{Q}}\right];\end{cases}$$

$$(51)\quad\begin{cases}\text{Pour } \frac{Q}{P}>13{,}816 \text{ et } <25{,}16, \text{ ou pour } \frac{P}{Q}<0{,}07238 \text{ et } >0{,}039745,\\ -\partial_m=2f'(6a+\varepsilon)=2\frac{V}{\omega}\left[1+\left(1-\frac{8P}{Q}+8\frac{P^2}{Q^2}\right)e^{-\frac{2P}{Q}}+\left(1-8\frac{P}{Q}\right)e^{-\frac{4P}{Q}}+e^{-\frac{6P}{Q}}\right].\end{cases}$$ »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction de l'albite par voie aqueuse.* Note de MM. C. Friedel et Ed. Sarasin.

« Nous avons eu l'honneur de communiquer à l'Académie, il y a deux ans ([1]), les résultats que nous avons obtenus en cherchant à reproduire le feldspath orthose par la réaction du silicate de potasse sur le silicate d'alumine, en présence de l'eau, à une température élevée. Nous avons réussi à obtenir ainsi, après de nombreux tâtonnements, l'orthose en poudre cristalline et en cristaux que nous avons pu déterminer au microscope et analyser.

» Depuis lors, nous avons poursuivi nos recherches, arrêtées souvent par des accidents arrivés à nos appareils, dont plusieurs se sont pour ainsi dire

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCII, 13 juin 1881.

soufflés et ouverts comme des tubes de verre trop chauffés sous l'action de la pression intérieure.

» En augmentant dans de fortes proportions l'épaisseur des parois du tube d'acier ainsi que celles du tube de platine intérieur, nous sommes enfin parvenus à avoir un appareil qui, construit par MM. Golaz père et fils avec leur habileté bien connue, a résisté déjà à un grand nombre d'expériences et qui tient l'eau sous les pressions correspondant à des températures de 500° environ.

» Nous avons commencé par essayer de reproduire l'albite par la réaction du silicate de soude sur le silicate d'alumine précipité. Nous avons d'abord mis en présence les quantités de silice, d'alumine et de soude représentant la composition de l'albite. Comme il était facile de le prévoir, nous n'avons pas obtenu ce dernier minéral. Il reste en solution une très notable proportion de silicate de soude, et même un peu d'alumine. Le minéral que nous avons obtenu en abondance et souvent en fort beaux cristaux est l'*analcime*, que M. de Schulten a reproduit pour la première fois en chauffant à 180° du silicate de soude dans des tubes de verre.

» L'analcime cristallisé dans les conditions où nous avons opéré, c'est-à-dire à une température notablement supérieure à celle qu'a employée M. de Schulten, et qui devait être voisine de 400°, se présente en jolis icositétraèdres n'agissant pas sur la lumière polarisée. Les cristaux nets sont accompagnés de globules de dimensions pareilles à celles des cristaux; ils ont une surface rugueuse et n'agissent pas sur la lumière polarisée; beaucoup ont une sorte de petit grain au centre et paraissent avoir une structure rayonnée. Un certain nombre de ces globules montrent des indices de faces et d'arêtes, qui indiquent un passage entre eux et les cristaux.

» Les cristaux et les globules sont mélangés avec de très petites aiguilles cristallines, paraissant être orthorhombiques.

» Dans les essais suivants, nous avons ajouté au mélange ayant la composition de l'albite une quantité de silicate de soude correspondant à ce que l'analyse nous avait montré rester en solution. Nous avons aussi chauffé le tube à une température plus élevée et qui, dans quelques expériences, est montée jusqu'à 500° environ. La mesure de la température a été faite dans trois expériences, et a donné pour l'une 432°, pour la deuxième 505° et pour la troisième 517°.

» Dans ces conditions, le produit presque unique est l'*albite* en cristaux plus ou moins gros. Tantôt le minéral est en fines aiguilles, tantôt en cris-

taux plus courts et plus épais, rappelant tout à fait par leur aspect les albites des filons.

» Nous en avons mesuré ayant de 10 à 20 centièmes de millimètre de long et à peu près la moitié de large.

» Nous avons pu mesurer au microscope les angles des cristaux et déterminer leurs propriétés optiques, qui se rapportent exactement à celles de l'albite.

» Les cristaux sont tous aplatis suivant la face g^1 qui présente un contour hexagonal limité par les faces p, m ou t, et a^1 ; la plupart sont allongés parallèlement à l'arête p/g^1, comme le sont habituellement, d'après les pétrographes, les microlithes d'albite. Ceux-là s'éteignent dans des directions qui font avec l'arête p/g^1 des angles de 15° à 19°. D'autres sont allongés parallèlement à l'arête m/t et s'éteignent dans des directions coïncidant presque avec cette arête ou faisant avec elle des angles qui montent jusqu'à 4° environ.

» L'angle que font entre elles les traces des faces m ou t et p sur g^1, calculé d'après les angles de l'albite, est de 116°28′20″. L'observation sur nos cristaux a donné de 118° à 116°.

» Pour l'angle des arêtes a^1/g^1 et m ou t/g^1, on a trouvé de 130° à 127°.

» Le calcul indique 127°34′45″.

» L'angle des traces de a^1 sur g^1 et de g^1/t est de 115°56′55″.

» Sur un petit nombre de cristaux qui accidentellement se sont trouvés placés d'une manière convenable, on a pu observer l'angle rentrant sur les faces p ou a^1 provenant de la macle ordinaire de l'albite.

» On a pu aussi observer quelques macles dans la lumière polarisée. Sur une lame probablement parallèle à p et en forme de losange, les deux parties séparées par une droite parallèle à g^1 s'éteignaient à 16° ou 17° l'une de l'autre, et cela symétriquement par rapport à la direction g^1. Sur une autre, les deux plans d'extinction faisaient entre eux un angle de 14° environ. Ces caractères s'accordent avec ceux de l'albite tels que les a déterminés encore dernièrement M. Des Cloizeaux.

» L'analyse chimique donne d'ailleurs des résultats qui sont très voisins de ceux qu'exige la formule de l'albite : $Na^2O, Al^2O^3, 6SiO^2$.

» On a trouvé :

	I.	Théorie.
SiO^2	68,93	68,57
Al^2O^3	19,23	19,61
Na^2O	11,61	11,80
	99,77	

» L'albite s'obtient ainsi avec la plus grande facilité, en quoi elle se distingue de l'orthose, qui, dans des conditions analogues, cristallise beaucoup moins bien et reste presque toujours mêlé de matières amorphes et de quartz. Avec les mélanges que nous avons employés pour l'albite, nous n'avons jamais observé la cristallisation de la silice.

» Nous avons fait quelques essais en ajoutant au mélange du silicate de soude et du silicate d'alumine, qui nous servait pour la préparation de l'albite, des quantités variables de chlorure de potassium, afin d'introduire de la potasse, sans changer le degré d'alcalinité de la liqueur. Dans une première expérience, nous avons obtenu, avec un pareil mélange, beaucoup de cristaux de quartz, pas d'albite, et une foule de très petits cristaux difficiles à déterminer, mais paraissant appartenir au type cubique.

» D'autres expériences, faites en apparence dans les mêmes conditions, nous ont donné des résultats tout différents, sans que nous sachions encore comment expliquer cette divergence. Nous avons obtenu des cristaux d'albite de grande dimension, accompagnés d'un grand nombre de petits losanges dont l'aspect nous a rappelé immédiatement les cristaux obtenus antérieurement dans les préparations d'orthose. Ils étaient trop petits pour que leurs caractères optiques et cristallographiques pussent être déterminés avec netteté. Nous avons soumis le mélange à une lévigation de manière à séparer les parties les plus grosses, et nous avons analysé les parties les plus fines, entièrement cristallisées et formées d'albite et des petits losanges en question.

» Nous avons trouvé qu'ils renfermaient :

Al^2O^3	18,89
Na^2O	8,53
K^2O	3,94

» La silice n'a pas été dosée.

» On voit qu'il y avait environ un tiers d'orthose. Ce qu'il est important de remarquer, c'est que les deux feldspaths, tout en se formant en présence l'un de l'autre, n'ont pas cristallisé ensemble. Il serait possible que les cristaux d'albite renfermassent une certaine proportion de potasse et que ceux d'orthose continssent de la soude. Mais la différence de leur aspect permet d'affirmer qu'ils se sont produits tous deux.

» Même avec un excès notable de chlorure de potassium, tel que le mélange renfermât de quatre à cinq fois autant de potassium que de sodium, nous avons obtenu des cristaux d'albite.

» Nous avons constaté qu'une forte proportion de chlorure de sodium ajoutée au mélange qui donne l'albite ne change pas notablement la dimension ou l'aspect des cristaux d'albite.

» Il nous reste de nombreuses expériences à faire pour déterminer l'action que peuvent avoir sur la production de l'orthose et de l'albite les variations dans la composition des mélanges employés et aussi pour obtenir, par voie aqueuse, d'autres espèces du groupe des feldspaths.

» Beaucoup de questions importantes nous paraissent pouvoir être résolues par cette voie; mais ces expériences exigeront un temps assez long, et nous avons voulu faire connaître à l'Académie, dès maintenant, la production facile de l'albite [1] et la formation simultanée de l'albite avec l'orthose. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète (233), faites à l'Observatoire de Marseille;* par MM. E. Stephan et Borrelly.

Dates de l'observ. 1883.	Heure de l'observ. (temps moyen de Marseille).	Ascension droite apparente de (233).	Distance polaire apparente de (233).	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoiles de comp.	Observ.
	h m s	h m s	° ′ ″				
Mai 17....	11.40. 3	14.14.54,30	103.20. 8,7	$+\bar{1},106$	−0,8682	*a*	Stephan.
18....	10.13.13	14.14.15,31	103.14.15,1	$-\bar{2},496$	−0,8712	*d*	Id.
22....	9.23.42	14.11.38,51	102.50.26,2	$-\bar{2},961$	−0,8674	*b*	Borrelly.
23....	9.20. 2	14.11. 1,93	102.44.43,1	$-\bar{2},953$	−0,8673	*b*	Id.
24....	10.22.16	14.10.24,66	102.38.47,3	$+\bar{2},587$	−0,8679	*b*	Id.
25....	9.18.43	14. 9.51,56	102.33.29,8	$-\bar{2},875$	−0,8668	*b*	Id.
31....	9. 7.58	14. 6.51,93	102. 1.35,4	$-\bar{2},647$	−0,8646	*c*	Id.
Juin 1....	9.19.33	14. 6.25,79	101.56.50,7	$-\bar{2},115$	−0,8647	*c*	Id.
2....	9.12. 2	14. 6. 1,45	101.52.18,8	$-\bar{2},278$	−0,8642	*c*	Id.
5....	9.31.50	14. 4.56,15	101.39.35,0	$+\bar{2},647$	−0,8628	*c*	Id.
8....	9.34.55	14. 4. 3,37	101.29.25,0	$+\bar{2},870$	−0,8613	*d*	Id.
12....	9.29.50	14. 3.14,28	101.16.24,8	$+\bar{2},981$	−0,8592	*d*	Id.
26....	9.45.47	14. 3.23,53	100.50. 6,1	$+\bar{1},348$	−0,8485	*d*	Id.
27....	9.55.53	14. 3.34,61	100.49.28,2	$+\bar{1},391$	−0,8460	*d*	Id.
28....	9.56.34	14. 3.47,46	100.48.50,9	$+\bar{1},403$	−0,8452	*d*	Id.
29....	9.30.34	14. 4. 1,42	100.48.25,2	$+\bar{1},335$	−0,8490	*d*	Id.

---

(1) Nous rappellerons que l'albite a d'ailleurs été obtenue déjà par fusion, en microlithes par MM. Fouqué et Michel Lévy, et en cristaux par M. Hautefeuille dans un bain de tungstate alcalin.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1883,0.

Étoiles.	Noms des étoiles.	Grandeur.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
			h m s	° ′ ″	
a	277 Weiss (*A. C.*), H. XIV........	8,0	14.17.16,35	103.10.26,9	Cat. W.
b	λ Vierge........................	4,5	14.12.46,79	102.49.54,4	Connaiss. des Temps
c	49 Weiss (*A. C.*), H. XIV.	8,0	14. 5.31,81	102. 2. 2,8	Cat. W.
d	1071 Weiss (*A. C.*), H. XIII......	6,7	14. 2.12,98	101.16.25,0	Cat. W.

» Les deux observations du 17 et du 18 mai ont été faites avec le télescope de Foucault de $0^{m},80$; les autres ont été faites avec l'équatorial d'Eichens. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* [1]. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« *Séparation d'avec le vanadium.* — Je n'ai trouvé qu'un seul procédé (n° 1) qui, appliqué isolément, permette d'effectuer exactement cette analyse, qu'on réussit cependant très bien aussi en combinant plusieurs méthodes, ainsi qu'il sera expliqué à la fin de la présente Note.

» 1. La solution chlorhydrique [2] légèrement acide est additionnée d'acide arsénieux et d'un excès d'acétate acide d'ammoniaque, puis traitée par un courant d'hydrogène sulfuré. Dans ces conditions, le vanadium n'est pas précipité.

» Le sulfure d'arsenic gallifère, préalablement lavé avec de l'eau contenant un peu d'acétate acide d'ammoniaque et de H^2S, est attaqué par l'eau régale. Après réduction de l'acide arsénique par l'acide sulfureux, on fait passer H^2S dans la solution chlorhydrique très acide; le sulfure d'arsenic n'entraîne plus alors de gallium et celui-ci se retrouve par évaporation de la liqueur filtrée.

» Ce procédé est surtout avantageux pour extraire des traces de gallium mêlées à beaucoup de composés du vanadium.

» 2. On neutralise presque complètement par l'ammoniaque la solution chlorhydrique du composé vanadique, ou vanadeux, gallifère et l'on ajoute goutte à goutte un excès de sulfure d'ammonium en agitant la liqueur. Un

(1) *Comptes rendus*, juillet 1883, p. 142.

(2) Renfermant du tétrachlorure bleu de vanadium, de l'acide vanadique, du chlorure vert provenant de la dissolution à chaud de l'acide vanadique dans HCl, ou ces trois composés mélangés.

notable excès de HCl étendu est ensuite versé goutte à goutte, toujours en agitant. Il se précipite ainsi du sulfure de vanadyle qui est reçu sur un filtre et lavé à l'acide chlorhydrique très étendu chargé de H^2S. La liqueur claire est bouillie avec de l'eau régale, afin de détruire les sels ammoniacaux et de diminuer le volume; on chasse les dernières traces d'acide nitrique et l'on traite comme ci-dessus.

» Après six ou sept opérations semblables, il ne reste plus avec le chlorure de gallium qu'une très petite quantité de vanadium. Quant aux divers sulfures de vanadyle obtenus, ils retiennent des traces de gallium qu'on sépare en dissolvant dans l'eau régale et recommençant la série des traitements par le sulfure d'ammonium et l'acide HCl étendu.

» On voit que le procédé actuel est long et assez peu applicable hors certains cas particuliers.

» 3. La solution chlorhydrique du composé vanadique ou vanadeux gallifère est sursaturée par l'ammoniaque et bouillie jusqu'à ce qu'un papier de tournesol, placé dans la liqueur, commence à passer au rouge. Il ne faut pas pousser plus loin l'ébullition, afin d'éviter la formation du vanadate acide d'ammoniaque (de couleur jaune), qui paraît dissoudre une petite quantité de galline.

» Il arrive parfois que la solution ébullitionnée reste colorée en vert foncé. Dans ce cas, on ajoute quelques gouttes d'ammoniaque et l'on recommence l'ébullition; le liquide se décolore.

» Malgré le soin apporté à l'opération, les liqueurs filtrées, riches en vanadium, retiennent des traces assez faibles, mais non négligeables, de gallium. De son côté, la galline entraîne du vanadium; on la reprend donc par HCl et l'on répète une seconde fois l'ébullition ammoniacale, sans toutefois arriver ainsi à la priver entièrement de vanadium.

» En définitive, le présent procédé conduit seulement à obtenir rapidement : d'une part, une liqueur contenant la grande masse du vanadium avec des traces de gallium; d'autre part, un précipité renfermant presque tout le gallium avec une certaine quantité de vanadium.

» 4° Le mélange de sels de gallium et de composés vanadiques, ou vanadeux, est additionné d'acide sulfurique et de sulfate d'ammoniaque en proportions convenables pour former de l'alun ammoniaco-gallique. L'opération se conduit ainsi qu'il a été dit dans une précédente Note (voir *Comptes rendus*, juillet 1883, p. 143, § 3).

» Après deux ou trois cristallisations de l'alun, celui-ci est exempt de

vanadium; mais il reste une petite quantité de gallium dans la liqueur vanadique.

» En résumé, s'il s'agit d'une analyse rigoureuse, voici comment j'opère dans les trois cas suivants, qui seuls peuvent se présenter.

» A. *Il y a beaucoup de vanadium et très peu de gallium.* — On a recours au procédé n° 1; c'est-à-dire à l'entraînement du gallium par le sulfure d'arsenic.

» B. *Il y a très peu de vanadium et beaucoup de gallium.* — L'immense majorité du gallium est enlevée sous forme d'alun (procédé n° 4) et la liqueur finale rentre dans le cas C suivant.

» C. *Le gallium et le vanadium sont l'un et l'autre en quantités notables.* — On commence par opérer deux ébullitions ammoniacales successives (procédé n° 3), ce qui donne de la galline vanadifère et une solution riche en vanadium et très pauvre en gallium; cette solution est traitée comme A.

» On transforme la galline vanadifère en alun exempt de vanadium. Les eaux mères, soumises à l'ébullition ammoniacale, fournissent encore une liqueur vanadique très pauvre en gallium (à réunir à A) et une petite quantité de galline vanadifère d'où l'on extrait un peu d'alun gallique pur.

» Lorsque la masse est devenue trop faible pour permettre une préparation d'alun, on la joint aux liqueurs A, qui sont toutes à la fois privées de gallium par le sulfure d'arsenic (procédé n° 1). »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Recherches expérimentales sur la marche, dans les tissus de la vigne, d'un liquide introduit par un moyen particulier en un point de la tige.* Note de M. P. DE LAFITTE, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« L'examen des racines me paraissant prématuré, en l'état des vignes traitées au sulfate de cuivre, je consacrerai cette deuxième Note [1] à quelques faits généraux observés sur le système caulinaire.

» Les vignes, au nombre de huit, mises en expérience en employant le sulfate de cuivre, sont situées dans un vignoble au milieu de vignes non

[1] Voir la première Note dans le *Compte rendu* de la séance du 23 juillet.

traitées. Les rangs sont dirigés du sud au nord et espacés de $1^m,80$; les pieds sont à la distance de 1^m dans le rang.

» A la hauteur de $0^m,20$ ou $0^m,30$, le tronc se partage en deux branches allant, l'une au sud, l'autre au nord. Chacune de ces deux branches se termine par le sarment de 1882 (dit bois de deux ans), taillé à douze nœuds environ. Les branches de deux ans sont maintenues horizontales, la branche nord d'une souche liée à la branche sud de la souche voisine; en sorte que, sur toute la longueur du rang, on a une masse continue de feuillage. Aux nœuds du bois de deux ans, on trouve, dans l'ordre distique, les rameaux où viennent les raisins.

» I. Sur les huit pieds, sans exception, des accidents morbides se sont montrés d'abord sur le système de la branche sud, avec une avance de un à trois jours, et y conservent une intensité beaucoup plus grande que sur le système de la branche nord. Cependant, entre le côté sud et le côté nord de la plante, je n'aperçois, quant à l'exposition, de différence appréciable que pour le tronc; la position du trou de vrille où est logée une extrémité de la mèche ne fournit pas non plus une explication satisfaisante : pour quatre des huit pieds, le trou est à égale distance de la direction des deux branches; pour deux, il est vrai, le trou de vrille est sous la branche sud; mais, pour les deux autres, il est plus rapproché de la branche nord.

» II. Un pied de vigne a été mis en expérience le 11 juillet, avec une solution de $\frac{1}{30}$ de sulfate de cuivre; le 19, j'ai été frappé par l'aspect d'un long sarment, dirigé vers le nord-ouest et portant encore vingt-deux nœuds après un pincement au sécateur opéré depuis longtemps. A tous les nœuds de rang *impair*, à compter de la base, les feuilles étaient mortes, la plupart flétries et friables; à tous les nœuds *pairs* les feuilles étaient saines, celles-ci du côté du sommet exposé au nord-est, celles-là du côté exposé au sud-ouest. Le sarment porte deux raisins : l'un au troisième nœud, qui est sain, l'autre au quatrième nœud, qui est très malade (aujourd'hui desséché). Celui-ci étant à un nœud pair est, par conséquent, du côté des feuilles mortes, qui sont aux nœuds impairs.

» Le lendemain, le 20, le mal s'annonce sur les feuilles paires, et en commençant par l'extrémité du sarment, les plus voisines de la base étant encore aujourd'hui (27 juillet) très fraîches. C'est comme si le courant toxique avait monté par le côté sud-ouest du sarment et revenait par le côté nord-est ou par les deux côtés à la fois. Depuis le 11 juillet, le pied de vigne a absorbé, en nombre rond, 800^{gr} de liquide toxique. On n'y voit plus, en tout, qu'une douzaine de feuilles vertes; toutes les autres

sont mortes, grillées. Au troisième nœud, le raisin est encore intact; au deuxième ainsi qu'au quatrième, les feuilles restent très fraîches.

» Depuis le 19 juillet, j'ai surveillé d'une manière toute spéciale les faits de cet ordre, qui m'avaient échappé jusqu'alors. Parfois le mal progresse régulièrement, comme si le liquide toxique entrait dans le sarment par toute la base; parfois, et c'est le cas le plus fréquent jusqu'ici, on observe l'alternance que je viens de décrire. Quant aux raisins, je n'y ai jamais vu apparaître les réseaux bruns [1] qu'après l'envahissement de toutes les feuilles de la même série (la série *paire*, si le raisin est à un nœud *impair*, et inversement). Quelques sarments portent deux raisins : quand les feuilles malades alternent avec les saines, le premier raisin attaqué s'est toujours trouvé du côté des feuilles envahies; quand il n'y a pas d'alternance, le premier raisin attaqué s'est toujours trouvé le plus *éloigné* du tronc. C'est comme si les grappes étaient pénétrées par des courants de retour seulement.

» III. Ce phénomène d'alternance est quelquefois plus complexe : sur une vigne, le bois de deux ans de la branche nord porte neuf rameaux et tous ces rameaux ont des raisins. Le mal s'est d'abord montré sur tous les rameaux pairs successivement, puis sur les rameaux impairs, en commençant pour ceux-ci par le plus éloigné du tronc. Aujourd'hui tous les raisins sont noirs sur les rameaux pairs et sont très sains sur les rameaux impairs, deux exceptés, où le mal commence, et ce sont les plus éloignés de la base.

» Je n'ai observé d'alternance sur les feuilles d'aucun de ces rameaux, tous de petit diamètre et courts; un seul a deux raisins, mais tous deux intacts jusqu'ici. Au-dessous de ce même bois de deux ans et tout près, est une branche adventive encore très fraîche.

» Ce pied de vigne a absorbé, en nombre rond, depuis la mise en expérience le 15 juillet, 840^{gr} de liqueur au $\frac{1}{800}$.

» IV. Le fait le plus inattendu que j'aie observé est celui que j'ai vu sur une vigne taillée exceptionnellement à deux coursons (l'un au sud, l'autre au nord), chacun à deux yeux seulement. Au sud, un long sarment dirigé à l'ouest a les feuilles attaquées dans les deux séries (sans alternance) jusqu'au treizième nœud inclusivement; à chaque feuille est une ramille axillaire; les ramilles de la série impaire sont attaquées jusqu'au neuvième nœud, toutes celles de la série paire sont intactes. Le sarment porte deux

---

(1) Les grains s'éclaircissant, les réseaux se montrent aujourd'hui sur quelques raisins des vignes non traitées; on les voit surtout par transparence, mais comme à l'intérieur du fruit, et l'aspect en est tout autre.

grappes (une avec trois grains seulement), une dans chaque série; les deux grappes sont saines. Au nord, un sarment, dirigé à l'ouest comme le premier, offre les mêmes circonstances, à cela près que, tandis que les ramilles sont attaquées jusqu'au neuvième nœud, les feuilles ne le sont que jusqu'au cinquième (trois en tout). Pas de raisins sur ce sarment. Pour l'un et pour l'autre, les ramilles attaquées sont sur les côtés des sarments exposés au sud.

» Jusqu'à présent, je n'ai vu nulle part d'alternance sur les feuilles d'aucune ramille axillaire, ce qui pourrait tenir au très petit diamètre de ces pousses.

» Mis en expérience le 18 juillet, ce pied de vigne a absorbé 240^{gr} de liqueur au $\frac{1}{600}$.

» V. Un botaniste ne choisirait pas la vigne pour sujet de ses recherches : à cause des amputations pratiquées à la taille, on trouve, dans les vieux bois de la vigne, des *corps morts*, tantôt à nu, tantôt recouverts par les écorces, et qui sont autant d'obstacles à la marche régulière des courants liquides. Ces courants y sont déviés, souvent divisés en plusieurs ramifications qui deviennent indépendantes, et la distribution du liquide introduit artificiellement dans les tissus doit en éprouver de graves anomalies. Il en est autrement pour les sarments; l'ensemble des faits donne à penser que toute dérivation du liquide toxique (après avoir pénétré dans un sarment, soit par la totalité, soit seulement par quelque côté de la base), avance, en général, à peu près parallèlement à l'axe, sans autres déviations latérales sensibles que les dérivations qui se produisent aux nœuds; puis, la masse liquide étant suffisante pour imprégner tous les tissus à l'extrémité des sarments, où le diamètre est très petit, on comprend que ce même liquide se rencontre partout dans la sève de retour. C'est là, je crois, le gros de la théorie, mais tout reste à faire quant au fond des choses; il faut y ajouter que le mécanisme des faits relatifs aux ramilles axillaires, aux raisins, et probablement aux vrilles, n'est pas expliqué (1). »

(1) J'ai dit, dans la première Note, que de 6^h du soir à 6^h du matin l'absorption n'était guère que de 1^{gr} en moyenne; des mesures, avec une éprouvette graduée, ont montré que ce chiffre est trop faible. Je reviendrai sur cette question.

VITICULTURE. — *Aptitude des terres à retenir l'eau. Application à la submersion des vignes.* Note de M. **P. Pichard**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les insuccès de nombreux essais de submersion de vignes, entrepris dans la région du sud-est, m'ont amené à étudier les aptitudes relatives des terres à retenir l'eau.

» J'ai fait des mélanges artificiels d'argile pure, de sable siliceux et de sable calcaire. Le sable siliceux ou calcaire est à l'état *impalpable*, délayable dans l'eau où il reste en suspension (état qui le fait confondre souvent à tort avec l'argile), ou à l'état *palpable*, non délayable. Sous ce dernier état, la grosseur maximum des éléments est de 1^{mm} de diamètre (passage dans un tamis à mailles de $0^{m},001$).

» Toutes ces matières bien sèches sont mélangées intimement en proportions déterminées par la pesée. Les mélanges sont introduits dans des tubes en verre transparent, longs de $1^{m},20$ et larges intérieurement de $0^{m},05$. L'extrémité inférieure est fermée par un bouchon portant, sur son pourtour, des entailles destinées à laisser passer l'air et l'eau. Au-dessus du bouchon, est un lit de gravier de $0^{m},04$ d'épaisseur. La terre artificielle occupe une hauteur de $0^{m},50$.

» On tasse la terre, au fur et à mesure de son introduction, en tapotant légèrement le sol avec le tube tenu verticalement. On applique sur la face supérieure une mince couche d'amiante non serrée, de manière à éviter les affouillements dans la masse, au moment de l'introduction de l'eau.

» Le liquide s'élève à une hauteur de $0^{m},60$ au-dessus de la couche de terre. Des points de repère fixés sur le tube indiquent les hauteurs initiales de la couche de terre et de la colonne d'eau. La partie supérieure du tube est obturée par un bouchon simplement posé, sans pression, afin de laisser entrer l'air, tout en empêchant l'évaporation. On abandonne les tubes ainsi préparés en les maintenant verticalement.

» Jusqu'à ce que le liquide, dont l'œil suit le cheminement au changement de teinte de la terre, ait entièrement pénétré la couche, on tapote de temps en temps le sol avec le tube pour faciliter l'évacuation des bulles d'air déplacées par l'eau. Quand l'imbibition est complète, on note le temps écoulé depuis l'introduction du liquide, et l'on repère la hauteur de la colonne d'eau à ce moment. On note également l'époque de la mise à sec.

Enfin on a repéré la hauteur de la colonne liquide, après trois cents jours.

» Pour faciliter le mélange intime, nous avons dû éviter les matériaux grossiers, cailloux, pierrailles, graviers d'un diamètre supérieur à $0^m,001$, matériaux qui rendent la terre du vignoble plus pénétrable à l'eau. Les mouvements de la masse, gonflements, tassements, l'évacuation de l'air ne se font pas aussi aisément dans nos tubes, si larges qu'ils soient, que sur le terrain. Enfin, nos terres sont sèches (condition indispensable pour opérer un mélange intime), quand nous les soumettons à l'imbibition. Elles n'ont pas acquis la cohésion des terres végétales plus ou moins humides.

» Aussi, les indications contenues dans les deux premières colonnes du Tableau ne sont-elles guère applicables à la pratique de la submersion. Les données fournies par les deux dernières colonnes doivent être considérées comme un maximum des effets réalisés dans la pratique; elles n'en ont pas moins une véritable valeur, au point de vue de la comparaison.

» A l'inspection du Tableau, on voit que les divers éléments doivent être rangés comme il suit, par ordre d'aptitude décroissante à rendre la terre impénétrable à l'eau : argile, calcaire impalpable, silex impalpable, calcaire palpable, silex palpable [1].

Résistance comparée des terres au passage de l'eau.

Composition des terres (hauteur de terre : $0^m,50$, hauteur d'eau : $0^m,60$).	Durée de l'imbibition complète de la couche de terre.	Hauteur d'eau nécessaire à l'imbibition.	Temps nécessaire pour la mise à sec.	Hauteur d'eau après 300 jours.
	j	m	j	m
1° Argile grasse de Bollèvre (lévigée, délayable	55	0,23	»	0,30
2° Sable siliceux impalpable ou délayable	16	0,21	36	»
3° Calcaire impalpable ou délayable	6	0,26	95	»
4° { Argile 30 ; Silex palpable 70 }	16	0,16	»	0,18
5° { Argile 30 ; Calcaire palpable 70 }	45	0,13	»	0,20

[1] On remarque surtout l'aptitude plus grande du calcaire que du silex, fait concordant avec celui que nous avons signalé dans un travail publié en 1882 (*Constitution physique et chimique des terres végétales*), en montrant que la même proportion d'argile produit, à la sécheresse, des effets de fissuration beaucoup plus considérables dans le terrain calcaire que dans le terrain siliceux, indice d'une plus grande cohésion de la masse.

	Composition des terres (hauteur de terre : 0m,50, hauteur d'eau : 0m,60).		Durée de l'imbibition complète de la couche de terre.	Hauteur d'eau nécessaire à l'imbibition.	Temps nécessaire pour la mise à sec.	Hauteur d'eau après 300 jours.
6°	Argile...........	20	9	0,14	148	»
	Silex palpable.....	80				
7°	Argile...........	20	42	0,13	»	0,15
	Calcaire palpable..	80				
8°	Argile...........	10	28^h	0,22	83	»
	Silex impalpable...	90				
9°	Argile...........	10	6	0,26	110	»
	Calcaire impalpable.	90				
10°	Argile...........	30	16	0,13	»	0,18
	Silex impalpable...	15				
	Silex palpable.....	55				
11°	Argile...........	30	36	0,14	»	0,26
	Calcaire impalpable.	15				
	Calcaire palpable..	55				
12°	Argile...........	30	16	0,15	»	0,06
	Silex impalpable...	10				
	Silex palpable.....	60				
13°	Argile...........	20	8	0,16	171	»
	Silex impalpable...	30				
	Silex palpable.....	50				
14°	Argile...........	20	20	0,16	»	0,22
	Calcaire impalpable.	25				
	Calcaire palpable...	55				
15°	Argile...........	20	18	0,19	»	0,06
	Silex impalpable...	20				
	Silex palpable.....	60				
16°	Argile...........	20	10	0,14	»	0,02
	Silex impalpable...	10				
	Silex palpable.....	70				
17°	Argile...........	10	6	0,22	270	»
	Calcaire impalpable.	44				
	Calcaire palpable...	46				
18°	Argile...........	10	7	0,20	68	
	Silex impalpable...	50				
	Silex palpable.....	40				
19°	Argile...........	10	5	0,19	61	»
	Silex impalpable...	40				
	Silex palpable.....	50				

» En ne tenant compte que de l'argile et des éléments impalpables qui jouent le principal rôle au point de vue de l'étanchéité, et en négligeant la

perte d'eau due à l'évaporation (dont il y a lieu de se préoccuper dans la pratique), on peut, en se référant aux indications du tableau, estimer qu'un terrain, sol ou sous-sol, dans les conditions ordinaires, peu caillouteux et pierreux, sera propre à la submersion, retiendra l'eau sans renouvellement durant cinquante jours, lorsqu'il renfermera :

		Pour 100.
Argile pure		30
ou	argile	20
	calcaire impalpable	20
ou	argile	20
	silex impalpable	30
ou	argile	10
	silex impalpable	60
ou	argile	10
	calcaire impalpable	45

» Il est manifeste que, dans chaque cas particulier, il sera toujours nécessaire d'essayer directement la submersion sur une petite surface. Cependant, on voit que l'analyse de la terre pourra, grâce aux données qui précèdent, fournir des indications utiles. »

M. J. **Walker**, M. L. **Pascal**, M. F. **Casado** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. A. **Drouet** adresse un Mémoire relatif au traitement du choléra par e collodion.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. J. **Wolff** adresse, par l'entremise de la légation des États-Unis d'Amérique, une Communication relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

MM. **Poler**, **Gunena** et **Rocapel** adressent, de Séville, une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. G. Sentinon adresse, de Barcelone, une Note relative aux moyens prophylactiques à employer contre les épidémies.

(Commissaires : MM. Pasteur, Bouley, Vulpian.)

M. J. Cauderay adresse, de Lausanne, une nouvelle description, accompagnée de planches, de son « Compteur d'électricité ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° L'Ouvrage de M. *F. Fontanes* « Sur la mer pliocène dans le sud-est de la France. (Renvoi au Concours du grand prix des Sciences physiques.)

2° La deuxième édition de la « Chimie pyrotechnique ou Traité pratique des feux colorés », par M. *P. Tessier*.

3° Le quatrième Volume de « l'Histoire universelle » de M. *Marius Fontanes* : les Asiatiques, Assyriens, Hébreux, Phéniciens. (Présenté par M. de Lesseps.)

4° Le Compte rendu de la séance publique de la Société nationale d'Agriculture de France, tenue le 27 juin 1883.

5° Un Volume des « Mémoires de l'Académie de Berlin », année 1882.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration d'une certaine classe d'équations différentielles partielles du second ordre à deux variables indépendantes.* Note de M. A. Picart.

« 1. Les équations différentielles partielles ne peuvent s'intégrer *généralement* que lorsqu'elles sont du premier ordre.

» Lorsque leur ordre est supérieur, on ne peut les intégrer ainsi que par les séries.

» Celles d'un ordre quelconque, à deux variables indépendantes seulement, ont été intégrées par Monge, par MM. A. Serret, O. Bonnet, dans des cas particuliers, qui répondaient toujours à une question géométrique fournie par la théorie des surfaces, et cela au moyen des caractéristiques imaginées pour la première fois par Monge.

» Ampère, suivant l'exemple de Cauchy, sans parler de caractéristiques, regarda d'abord les deux variables indépendantes comme des fonctions arbitraires d'un certain paramètre α, et il détermina ensuite cette relation par une équation qui n'est autre que celle des caractéristiques de Monge.

» Les équations différentielles partielles que l'on a intégrées généralement par ces considérations sont très peu nombreuses.

» 2. Je me propose d'indiquer, dans cette Note, une méthode qui permette de trouver l'*intégrale générale* d'une certaine classe d'équations différentielles partielles du second ordre à deux variables indépendantes.

» Cette méthode consiste à en former une *intégrale complète*, c'est-à-dire une intégrale particulière renfermant cinq constantes arbitraires, puis à déduire de cette intégrale complète l'intégrale générale.

» Je considère pour cela une courbe quelconque plane rapportée à deux axes rectangulaires OX, OZ, dont l'équation est

$$Z = \varphi(X),$$

et je suppose que cette courbe tourne autour de l'axe de révolution OZ. Elle engendre une surface qui a pour équation, lorsqu'on la rapporte à l'axe OZ et à deux autres axes OX, OY, perpendiculaires entre eux et à l'axe OZ,

$$Z = \varphi(X^2 + Y^2).$$

» Les rayons de courbure de cette surface sont, l'un R, sa normale,

$$\sqrt{X^2+Y^2}\sqrt{1+\varphi'(\sqrt{X^2+Y^2})};$$

l'autre R', le rayon de courbure de la méridienne,

$$\frac{\left[\sqrt{1+\varphi'^2(\sqrt{X^2+Y^2})}\right]^3}{\varphi''(\sqrt{X^2+Y^2})}.$$

» Si l'on établit entre ces deux rayons de courbure une relation quelconque

$$\psi(R, R') = 0,$$

on aura une équation différentielle du second ordre entre la fonction φ et la variable $\sqrt{X^2+Y^2}$, qui, étant intégrée, fournira la courbe génératrice correspondante avec deux constantes a_1, a_2.

» Si l'on donne à l'axe de révolution OZ de la surface une direction quelconque, ainsi que, dans le plan perpendiculaire, aux axes OX et OY,

son équation renfermera trois constantes arbitraires nouvelles α, β, γ, et sera de la forme

$$(x\sin\beta+y\cos\beta)\sin\gamma-z\cos\gamma$$
$$=\varphi\left\{\sqrt{\begin{matrix}[(x\cos\beta-y\sin\beta)\cos\alpha-(x\sin\beta+y\cos\beta)\cos\gamma\sin\alpha+z\sin\gamma\sin\alpha]^2\\+[(x\cos\beta-y\sin\beta)\sin\alpha+(x\sin\beta+y\cos\beta)\cos\gamma\cos\alpha-z\sin\gamma\cos\alpha]^2,\end{matrix}}\ a_1,\ a_2.\right\}$$

Or, cette équation en x, y, z, qui renferme cinq constantes arbitraires, α, β, γ, a_1, a_2, est une *intégrale complète* de l'équation aux dérivées du second ordre que l'on obtient en remplaçant, dans l'équation

$$\psi(R, R') = 0,$$

R et R' respectivement par les racines de l'équation du second degré

$$(rt-s^2)R^2+\sqrt{1+p^2+q^2}\,[(1+q^2)r-2pqs+(1+p^2)t]\,R$$
$$+(1+p^2+q^2)^2=0,$$

qui exprime la valeur des deux rayons de courbure d'une surface quelconque.

» 3. Pour déduire de cette *intégrale complète*

$$z=\varpi(x, y, a_1, a_2, \alpha, \beta, \gamma)$$

l'intégrale générale, on en tire

$$\begin{aligned}p&=\varpi'_x\ (x, y, a_1, a_2, \alpha, \beta, \gamma),\\q&=\varpi'_y\ (x, y, \ldots\ldots\ldots\ldots),\\r&=\varpi''_{xx}(x, y, \ldots\ldots\ldots\ldots),\\s&=\varpi''_{xy}(x, y, \ldots\ldots\ldots\ldots),\\t&=\varpi''_{z,y}(x, y, \ldots\ldots\ldots\ldots),\end{aligned}$$

et en portant ces valeurs de z, p, q, r, s, t dans l'équation différentielle ordinaire de la caractéristique, on obtient une équation qui, étant intégrée, donne une équation de la caractéristique

$$F(x, y, a_1, a_2, \alpha, \beta, \gamma)=0.$$

» Si l'on donne aux variables indépendantes x, y les valeurs x_0, y_0, les quantités z, p, q, s, t prennent les valeurs correspondantes z_0, p_0, q_0, s_0,

t_0. Des équations

$$z_0 = \varpi_0 \quad (x_0, y_0, a_1, a_2, \alpha, \beta, \gamma),$$
$$p_0 = \varpi'_{x_0} \quad (x_0, y_0, \ldots\ldots\ldots\ldots),$$
$$q_0 = \varpi'_{y_0} \quad (x_0, y_0, \ldots\ldots\ldots\ldots),$$
$$s_0 = \varpi''_{x_0 y_0}(x_0, y_0, \ldots\ldots\ldots\ldots),$$
$$t_0 = \varpi''_{z_0 y_0}(x_0, y_0, \ldots\ldots\ldots\ldots),$$

on tire les valeurs de a_1, a_2, α, β, de ces cinq équations, et, en les portant dans les équations

$$z = \varpi(x, y, a_1, a_2, \alpha, \beta, \gamma),$$
$$\mathrm{F}(x, y, a_1, a_2, \alpha, \beta, \gamma) = 0,$$

on a deux équations de la caractéristique, sous la forme

$$z = \varpi_1(x, y, x_0, y_0, z_0, p_0, q_0, s_0, t_0),$$
$$\mathrm{F}_1(x, y, x_0, y_0, z_0, p_0, q_0, s_0, t_0) = 0.$$

» Or, on peut poser

$$z_0 = \lambda(y_0), \quad p_1 = \mu(y_0),$$

d'où il résulte

$$q_0 = \lambda'(y_0), \quad s_0 = \mu'(y_0), \quad t_0 = \lambda''(y_0),$$

λ et μ étant deux fonctions arbitraires.

» Si l'on suppose éliminée entre les deux équations de la caractéristique le paramètre y_0 et $x_0 = 1$, on a l'intégrale générale qui est aussi représentée par les deux équations de la caractéristique où l'on regarde y_0 comme un paramètre variable.

» On obtient ainsi l'intégrale générale d'une certaine classe d'équations différentielles partielles du second ordre données par l'équation

$$\psi(\mathrm{R}, \mathrm{R}') = 0,$$

où R et R' sont remplacés par les deux racines de l'équation du second degré qui exprime les longueurs des rayons de courbure d'une surface quelconque.

» On intégrera ainsi l'équation

$$\mathrm{R} + \mathrm{R}' = 0 \quad \text{ou} \quad (1 + q^2)r - 2pqs + (1 + p^2)t = 0$$

des surfaces dont les deux courbures sont égales et de sens contraire l'équation

$$\frac{1}{\mathrm{RR}'} = \text{const.} \quad \text{ou} \quad (1 + p^2 + q^2) = k(rt - s^2)$$

des surfaces à courbure constante, l'équation

$$R + kR' + h = 0, \quad \ldots$$

On retrouvera, ou toutes les intégrales générales connues, ou des intégrales nouvelles. »

PHYSIQUE. — *Sur la température critique et la pression critique de l'oxygène.* Note de M. S. **Wroblewski**, présentée par M. Debray.

« Supposons que l'on comprime l'oxygène dans un tube de verre, disposé verticalement et recourbé à sa partie supérieure de façon à être plongé dans l'éthylène liquide. Supposons aussi qu'à l'aide d'une pompe puissante on obtienne un vide au-dessus de l'éthylène. Dans ce cas, la température dans la partie du tube courbé ne sera pas la même partout. Tandis que la partie plongée dans l'éthylène aura la température du liquide, dans la partie en dehors du liquide, la température croîtra, d'après une certaine loi, à mesure qu'on s'éloignera du niveau de l'éthylène liquide.

» La température de l'éthylène liquide dépendant du degré du vide obtenu, supposons que ce vide et le refroidissement obtenu soient suffisants pour que la liquéfaction de l'oxygène commence. La pression qu'on observe quand les premières traces du liquide paraissent est la pression de la liquéfaction pour la température obtenue. L'oxygène liquide se rassemble au fond de la partie recourbée et refroidie du tube.

» Si l'on dispose d'une grande quantité d'oxygène gazeux et que l'on augmente la quantité d'oxygène liquide en diminuant le volume du gaz non liquéfié, on observe que, au fur et à mesure que la colonne d'oxygène liquide surpasse le niveau de l'éthylène, la pression croît. La raison de ce phénomène est bien simple : l'oxygène liquide vient dans la partie du tube dont la température est supérieure à celle de l'éthylène liquide, et la pression observée correspond à présent à la température du tube à la place où se trouve le ménisque de l'oxygène. Si l'on continue l'expérience et si l'on augmente la hauteur de la colonne de l'oxygène liquide, on arrive enfin à la pression où le ménisque de l'oxygène s'aplanit, devient peu distinct et enfin disparaît d'une manière complète. On peut seulement présumer la place où il se trouve, puisque la réfrangibilité de la lumière au-dessus de cette place est différente de celle qui est au-dessous. La diminution de la pression fait reparaître de nouveau le ménisque. Ce phénomène, comme

j'ai pu le constater avec M. Olszewski en liquéfiant l'oxygène, a lieu toujours à la même pression d'environ 50^{atm}.

» Depuis ce temps-là, je suis parvenu à reproduire ce phénomène d'une manière complète avec l'acide carbonique, et cette reproduction m'en a fourni l'explication. Le même tube ayant été rempli d'acide carbonique, j'ai plongé le bout de la partie recourbée dans de la glace fondante, tandis que la partie supérieure du tube était chauffée à l'aide de l'eau chaude jusqu'à la température de 50°C. Ainsi, entre ces deux températures, il y avait une zone où la température présentait successivement toutes les valeurs entre 0° et 50°C. La quantité de l'acide carbonique prise pour l'expérience était choisie de telle manière qu'on a pu obtenir une colonne du liquide montant jusqu'à la zone chaude du tube. Les premières traces du liquide au fond du tube se sont montrées sous la pression d'environ 35^{atm}. Au fur et à mesure qu'on diminuait le volume du gaz et que la colonne liquide s'approchait de la zone chaude, la pression augmentait dans l'appareil et, au moment où cette dernière s'approchait de 76^{atm}, le ménisque est devenu plat, indistinct et a enfin disparu. Si l'on diminuait un peu la pression en augmentant le volume occupé par le gaz, le ménisque devenait visible exactement comme pour l'oxygène. La disparition et réapparition du ménisque s'opérait évidemment à la place du tube où la température était critique et la pression dans l'appareil au moment de la disparition était la pression critique de l'acide carbonique.

» Cette expérience montre que le phénomène observé dans l'oxygène n'est que le passage de l'oxygène par la température et la pression critiques. Cette pression est d'environ de 50^{atm}. J'ai cherché à déterminer la température de la manière suivante. Ayant liquéfié seulement une petite quantité d'oxygène, son ménisque s'est trouvé encore au-dessous du niveau de l'éthylène liquide, et j'ai fait arrêter la pompe produisant le vide. La température de l'éthylène s'étant successivement élevée, j'ai cherché à la déterminer au moment où le ménisque devenait invisible. Ces déterminations ayant été par leur nature extrêmement difficiles, j'indique ici le chiffre de −113°C. comme la première approximation de la température critique de l'oxygène. Ce chiffre, ainsi que celui de la pression critique combiné avec les chiffres publiés dans une Note précédente ([1]), nous donne une idée de la courbe de la liquéfaction de l'oxygène. »

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1142.

ÉLECTRICITÉ. — *Déterminer la résistance intérieure inerte d'un système électrique quelconque, malgré les actions perturbatrices de ses forces électromotrices intérieures, inconnues comme nombre, sièges et grandeurs.* Note de M. G. CABANELLAS.

« M. L. Thevenin vient d'exprimer (*Comptes rendus*, 16 juillet 1883, p. 159, t. XCVII), en théorème plus général, une utile remarque présentant tous les caractères de certitude physique, et que la pratique usuelle consacrait déjà sous plusieurs formes; un théorème formulé par M. Pollard était une application, implicite, au cas particulier des piles shuntées. Nous pensons qu'il n'est pas sans intérêt : 1° de produire quelques observations au sujet de l'énoncé et de la démonstration, qui doivent être serrés de plus près pour leur donner le surcroît de généralité qu'ils comportent; 2° de faire connaître, à cette occasion, une méthode de mesure de la résistance inerte des systèmes simples ou complexes, méthode qui, dans les circonstances perturbatrices en question, peut s'appliquer généralement, par exemple, soit avec le pont de Wheatstone, soit avec le dispositif à deux galvanomètres.

» 1° Il me semble à la fois plus général et plus net d'énoncer ainsi le théorème : *Si un système électrique quelconque, à l'état permanent des tensions, est relié par deux quelconques de ses points, à un second système électrique quelconque, on peut, sans modifier aucun des effets du premier système sur le second, réduire entre les deux points, le premier système à la simple expression d'une résistance égale à la résistance inerte du système entre ces points, et à une force électromotrice égale à la différence des potentiels primitifs des deux points du premier système.* On voit, d'après cet énoncé, que le second système peut être quelconque et animé de forces électromotrices quelconques, car il n'y a aucune raison de s'en tenir au seul cas de la fermeture du premier système sur une simple résistance inerte.

» En outre, ce théorème paraît comporter un énoncé plutôt qu'une démonstration; il suffit, en effet, de constater qu'à tout point de vue extérieur au premier système et, par suite, à deux points quelconques lui appartenant, ce premier système est évidemment un circuit ouvert pour ce qui est extérieur, et la force électromotrice de ce circuit ouvert est nécessairement la différence des potentiels manifestés en ces deux points, par cela même que ledit circuit est ouvert au delà de ces deux points. Quant à la résistance de ce circuit ouvert, elle est évidemment aussi la résistance *inerte* du système, mesurée entre ces deux points.

» Du reste, dans la pratique courante, chaque fois que nous utilisons un groupement quelconque de ab éléments de piles de résistances intérieures R et de forces électromotrices E (a séries de b éléments en quantité), nous ne faisons pas autre chose que d'admettre, sous une forme déjà complexe, le théorème comme évident, puisque nous affectons à cet électromoteur résultant une valeur aE de force électromotrice, égale à la différence des potentiels primitifs des deux points, et une valeur $\frac{aR}{b}$ de résistance intérieure, égale à la résistance inerte du système entre ces deux points [1].

» 2° Voici la méthode de mesure : soit R la résistance inerte du système entre les points A et B de potentiels V_A et V_B (primitifs) mesurés à circuit ouvert, soit $e = V_A - V_B$.

» Fermons le circuit par une résistance extérieure r animée d'une force électromotrice E tendant à produire un courant de sens contraire à e. Appelons R_E la résistance apparente ou effective que nous observerons par mesure directe, par exemple au pont ou au dispositif à deux galvanomètres, pendant l'action de la force intérieure e. Si ε et i sont la différence des potentiels effectifs et l'intensité effective pendant la mesure, nous aurons $R_E = \frac{\varepsilon}{i}$, mais $\varepsilon = e + Ri$, donc $R_E = R + \frac{e}{i}$; or $i = \frac{E - e}{r + R}$, donc

$$R_E = R + \frac{e(r + R)}{E - e} \text{ [2]}.$$

---

[1] On peut s'étonner que, voulant généraliser, nous ayons établi une distinction entre les deux systèmes électriques; la raison est que les forces électromotrices du second système peuvent être variables sans infirmer le théorème. Si le second système ne comprend que des forces électromotrices invariables, on peut considérer la liaison d'un nombre quelconque de seconds systèmes à un pareil nombre de couples distincts de points du premier système, mais l'énoncé perdrait sa simplicité, car chaque force électromotrice et chaque résistance du premier système devraient être déterminées sur l'ensemble total en action, moins le second système considéré. Certaines applications rentrent cependant dans ce cas complexe.

[2] Avec le dispositif à deux galvanomètres, i étant le courant principal, r est la résistance telle quelle du reste du dispositif extérieur, il comprend la source extérieure d'électricité. Mais avec le pont, si a est le côté du parallélogramme contigu à R_E et aboutissant avec lui à la même extrémité du fil du galvanomètre du pont, b et c étant les autres côtés correspondants du pont, on a $R_E = \frac{ab}{c}$; i et ε se rapportent à R_E quatrième côté du parallélogramme; i étant connu pour R_E, on a $\varepsilon = \frac{abi}{c}$, et appelant s la résistance du dispositif de la source d'électricité jusqu'au pont, on a $i = \frac{E}{R_E + a + (R_E + a)s\left(\frac{1}{R_E + a} + \frac{1}{b + c}\right)}$; E est la force électromotrice de la source du pont; $r = a + s(R_E + a)\left(\frac{1}{R_E + a} + \frac{1}{b + c}\right)$.

D'abord on voit que R_E ne peut égaler R que si $e = 0$ ou si $E = \infty$; pour toute valeur finie de e, R_E variera de ∞ à R lorsque E variera de e à ∞. Posant $n = \frac{E}{e}$, la formule précédente devient successivement

$$R_E = R + \frac{r+R}{n-1}, \quad \frac{r+R}{n-1} = R_E - R, \quad n - 1 = \frac{r+R}{R_E - R}, \quad (\alpha)\ n = 1 + \frac{r+R}{R_E - R}.$$

Une seconde mesure avec une résistance extérieure r' et une force électromotrice E' donnerait aussi, pour $n' = \frac{E'}{e}$,

$$(\alpha') \qquad n' = 1 + \frac{r'+R}{R_{E'} - R}.$$

Divisant (α) par (α'), il vient, puisque $\frac{n}{n'} = \frac{E}{E'}$,

$$\frac{E}{E'} = \frac{1 + \frac{r+R}{R_E - R}}{1 + \frac{r'+R}{R_{E'} - R}},$$

équation qui, résolue par rapport à R, donne

$$R = \frac{R_E R(R_{E'} + r') - R_{E'} E'(R_E + r)}{E(R_{E'} + r') - E'(R_E + r)}.$$

» Il est entendu que l'emploi de cette formule est légitime seulement lorsque les forces électromotrices intérieures connues ou inconnues du système sont restées les mêmes aux moments des deux observations, ou au moins lorsque leur résultante n'a pas varié par rapport aux deux points considérés. R étant déterminé, e est connu, car $\varepsilon = R_E i$ et $e = \varepsilon - Ri$, de même $\varepsilon' = R_{E'} i'$ et $e = \varepsilon' - Ri$ [1]; la méthode donne donc aussi le moyen de savoir si la résultante des forces électromotrices intérieures est ou n'est pas restée constante. »

---

[1] Pour des forces électromotrices intérieures invariables et réparties de telle sorte qu'il existe des potentiels primitifs différents aux deux points entre lesquels on veut connaître la résistance inerte du système, la formule $R = \frac{e}{i} - r$ donne R par une seule observation quand on peut employer le dispositif à deux galvanomètres étalonnés. Dans le cas particulier où les potentiels sont égaux, e est nul, on a, au dispositif, pour un r extérieur siège d'une force E, $R = \frac{E}{i} - r$. Mais alors la méthode usuelle du pont est directement applicable : c'est la donnée ordinaire de la détermination de toute résistance inerte.

PHYSIQUE. — *Sur la visibilité des rayons ultra-violets.* Note de M. **J.-L. Soret.**

« Dans une précédente Communication (¹), j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de mes observations sur la transmission des rayons ultra-violets par les milieux de l'œil. J'ai indiqué les limites de transparence de ces milieux; j'ai signalé ce fait, que le spectre d'absorption des humeurs aqueuse et vitrée est caractérisé par une bande obscure, dont le centre est entre les raies 17 et 18 du spectre du cadmium, et qui est suivie d'un maximum de transparence sur la raie 22; j'ai montré que la substance du cristallin, beaucoup plus opaque, se rapproche de l'albumine par ses propriétés, c'est-à-dire que, sous une faible épaisseur, elle présente une bande d'absorption, coïncidant avec la raie 17 du cadmium, et un maximum de transparence sur la raie 18, à partir de laquelle l'absorption devient très énergique.

» M. de Chardonnet (²), auquel paraît avoir échappé la Note que je viens de rappeler, a repris ce sujet par la méthode photographique. Il a étendu les observations à un plus grand nombre d'espèces (je n'avais opéré que sur les yeux du bœuf, du veau et du mouton); il s'est occupé surtout des radiations dont la réfrangibilité ne dépasse pas la limite du spectre solaire ultra-violet. Dans cette limite, ses résultats s'accordent, en général, avec ceux que j'avais obtenus.

» Dans une seconde Communication (³), M. de Chardonnet a fait connaître l'intéressante observation que les personnes privées du cristallin par l'opération de la cataracte perçoivent plus facilement les rayons ultra-violets, et que, jusqu'à la raie solaire S tout au moins, la rétine est sensible à ces radiations.

» A propos de cette dernière Communication, M. Mascart (⁴) a rappelé ses anciennes expériences sur la visibilité des rayons ultra-violets et, en particulier, le fait que certaines personnes peuvent distinguer directement des radiations beaucoup plus réfrangibles encore (raies 24 ou 25 du cadmium). Ce fait est difficile à concilier avec les résultats de M. de Chardonnet

(¹) *Comptes rendus*, séance du 19 mai 1879, t. LXXXVIII, p. 1012.
(²) *Ibid.*, séance du 13 février 1883.
(³) *Ibid.*, séance du 26 février 1883.
(⁴) *Ibid.*, séance du 26 février 1883.

et les miens. Comment l'absorption très énergique du cristallin n'intercepte-t-elle pas ces rayons?

» Il est sans doute possible de supposer une différence de composition chimique entre des yeux différents; mais cette hypothèse est très peu probable, car c'est à la substance albuminoïde (globuline), formant la masse même du cristallin, qu'est due la grande opacité de ce milieu pour les rayons extrêmes.

» Est-ce, comme l'indique M. Mascart, que la rétine est un organe si délicat qu'elle peut encore être sensible à des radiations assez faibles pour échapper à l'absorption? Pour m'en rendre compte, j'ai fait une expérience que je demande la permission de relater, et qui ne m'a pas donné un résultat favorable à cette explication.

» Je dirige sur la fente d'un spectroscope un faisceau de lumière produite par l'étincelle d'induction avec des électrodes de magnésium. Entre la source de lumière et le spectroscope, je dispose un appareil de polarisation permettant d'affaiblir l'intensité à volonté. J'ajuste la lunette sur la raie du magnésium ($\lambda = 383$) voisine de L du spectre solaire. J'aperçois facilement cette raie par vision directe. En faisant tourner le polariseur, je diminue l'intensité jusqu'au point où je cesse de distinguer cette raie. Alors, sans rien changer au reste de l'appareil, j'enlève l'oculaire ordinaire du spectroscope et je le remplace par l'oculaire fluorescent à lame d'esculine. J'aperçois de nouveau, et très facilement, la raie du magnésium. La sensibilité de la rétine recevant directement cette radiation est donc inférieure à celle que l'on atteint avec l'oculaire fluorescent.

» Comme on pourrait penser que cette infériorité de la vision directe tient à une exagération du pouvoir absorbant, que l'âge amène souvent dans le cristallin, j'ai prié mon fils de répéter l'expérience. Il a obtenu le même résultat que moi avec la raie du magnésium, $\lambda = 383$; il l'a obtenu encore avec la raie du zinc voisine de la raie Q du spectre solaire (que je ne réussis pas à apercevoir directement).

» Ainsi il y a une région du spectre, s'étendant depuis le violet extrême jusqu'au delà de la raie Q, composée de radiations qui ne sont pas notablement absorbées par les milieux de l'œil, et pour laquelle la sensibilité de la rétine est très inférieure à celle que donne l'oculaire fluorescent. On ne peut guère supposer que ce soit l'inverse qui se produise pour les rayons plus réfrangibles encore, lesquels sont énergiquement absorbés par le cristallin.

» Sans doute on peut supposer que, pour certains sujets qui distinguent

directement les rayons extrêmes, la rétine soit exceptionnellement sensible; mais il serait bon de s'en assurer en leur faisant répéter l'expérience dont je viens de parler.

» Il n'est pas impossible qu'il faille chercher dans les phénomènes de fluorescence l'explication des faits rapportés par M. Mascart, et ce point devra être l'objet d'une attention spéciale dans les observations nouvelles que l'on ne manquera pas de faire sur ce sujet.

» On sait que la cornée et le cristallin sont fluorescents; cette propriété peut être plus développée chez certains individus, qui, par suite, percevront une lueur, plus ou moins vague suivant les cas, sous l'influence des rayons de haute réfrangibilité. J'obtiens facilement un résultat analogue en opérant avec un spectroscope dont toutes les lentilles sont en quartz et le prisme en spath d'Islande, lorsque je place devant mon œil un simple lorgnon en verre, substance qui est très fluorescente pour les rayons extrêmes, comme M. Sarasin l'a observé [1]. J'aperçois une lueur chaque fois que, en déplaçant la lunette du spectroscope, je l'amène à passer sur une des raies 22 à 26 du cadmium. Une fluorescence un peu énergique de la cornée produirait le même effet. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Silicophosphate de chaux cristallisé produit dans la déphosphoration des fontes.* Note de MM. **Ad. Carnot** et **Richard**, présentée par M. Daubrée.

« On sait que, depuis un petit nombre d'années, les métallurgistes ont réussi à transformer les fontes phosphoreuses en aciers tout à fait exempts de phosphore.

» Imaginé en 1878 par MM. Thomas et Gilchrist, le procédé de déphosphoration à l'aide de la cornue Bessemer a été installé depuis lors dans

[1] *Archives des Sc. phys. et nat.*, 1878, t. LXI, p. 113. M. Sarasin a reconnu que l'on peut voir facilement les raies extrêmes du cadmium en employant un spectroscope dont le prisme et les lentilles collimatrice et objective sont en quartz, tandis que l'oculaire est en verre ordinaire, surtout si l'on incline un peu cet oculaire sur l'axe de la lunette, pour ne pas être gêné par la lumière diffuse. Dans ces conditions, la première lentille de l'oculaire fonctionne à peu près comme la lame d'esculine de l'oculaire fluorescent, et, si elle est amenée au foyer de l'objectif, l'œil peut distinguer les raies avec une netteté à peu près parfaite. J'ignore si un oculaire en spath d'Islande, qui est légèrement fluorescent, peut produire un effet analogue. En tout cas, dans des observations futures, on ne devra pas non plus perdre de vue la possibilité de la fluorescence de l'oculaire.

plusieurs grandes usines en France et à l'étranger. On est en droit d'en attendre des résultats d'une très grande importance; car il doit permettre d'employer à la fabrication de l'acier des minerais de fer extrêmement abondants, tels que ceux du Cleveland, de la Lorraine, du Luxembourg, etc., que leur nature phosphoreuse condamnait jusqu'ici à ne fournir que des fontes et des fers de mauvaise qualité.

» La déphosphoration est fondée sur l'action de l'air et des bases (principalement la chaux) sur la fonte en fusion. Cette action est absolument conforme à la théorie donnée il y a plus d'un demi-siècle par Berthier, qui a été sur ce point, comme sur plusieurs autres, un véritable initiateur de la science métallurgique.

» A la suite d'une visite récemment faite aux forges de Jœuf (Meurthe-et-Moselle), M. Daubrée rapporta à l'École des Mines quelques échantillons de la scorie qui se produit pendant la déphosphoration, et eut la bonté de nous les remettre en nous signalant de petits cristaux bleus, translucides, que l'on apercevait à la surface et dans les cavités de la scorie. Le directeur de l'usine de Jœuf, M. Mathieu, eut la complaisance de nous envoyer d'autres échantillons renfermant un plus grand nombre de ces mêmes cristaux, dont il nous fut possible de faire l'examen chimique et cristallographique.

» La masse de la scorie, à la surface de laquelle se montrent les cristaux bleus, est noirâtre ou brunâtre et plus ou moins cristalline par places. Vue au microscope, en lame mince, elle apparaît comme formée de parties cristallines transparentes, agissant fortement sur la lumière polarisée, et de parties colorées en rouge brun, semblables à du fer oligiste.

» On voit, à la surface et dans les cavités, un très grand nombre de cristaux noirs. Les uns sont en aiguilles fines, assemblées comme les dents d'un peigne. Les autres présentent très nettement la forme de prismes droits rhomboïdaux et montrent des faces très brillantes. Lorsqu'on les brise, on y trouve des parties bleues translucides recouvertes d'une sorte de vernis d'oxyde de fer.

» Ils sont fréquemment empilés en colonnes longues de 10 à 15^{mm}, portant à leurs extrémités de petits cristaux vitreux, parfaitement translucides et d'une belle teinte bleue. De semblables cristaux bleus sont aussi disséminés dans les cavités de la scorie et paraissent entrer pour une part importante dans sa composition.

» Ce sont ces cristaux bleus qui, à raison de leur dissémination et de leur pureté bien visible, nous ont semblé être particulièrement intéressants

à étudier. Ils renferment, à la vérité, presque toujours de petites aiguilles ou parcelles noires à l'état d'inclusions; mais ces parcelles sont attirables au barreau aimanté, ce qui permet de les éliminer d'une façon assez complète pour l'analyse. Après un triage très soigné, nous avons procédé à l'analyse par la méthode suivante.

» La matière est dissoute dans l'acide azotique très étendu et froid, de manière à ne pas attaquer les parcelles ferrugineuses laissées par le triage à la main.

» La liqueur est décantée, puis évaporée à sec. On reprend par l'acide azotique étendu, pour isoler et doser la silice; on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique, on chasse l'acide azotique par la chaleur, on ajoute du sulfate d'ammoniaque et de l'alcool; puis on filtre et l'on détermine successivement : dans la liqueur, le fer, le manganèse et l'acide phosphorique; dans le précipité blanc, l'alumine, la chaux et la magnésie.

» Nous avons vainement recherché le vanadium, qui se rencontre en quantité très notable dans les scories de déphosphoration du Creusot.

» Voici les résultats obtenus :

Acide phosphorique	29,65
Acide silicique	12,42
Alumine	2,76
Chaux	53,20
Magnésie	traces
Protoxyde de fer	1,80
Oxyde de manganèse	traces
	99,83

» Ces nombres correspondent exactement à la formule

$$8PhO^5, 8SiO^2, Al^2O^3, FeO, 36CaO,$$

que l'on peut écrire aussi

$$8(PhO^5, 3CaO) + 8SiO^2, Al^2O^3, FeO, 12CaO.$$

» La composition des cristaux est donc celle d'un silicophosphate de chaux avec de très petites quantités d'oxyde de fer et d'alumine.

» En remplaçant celles-ci par des proportions équivalentes de chaux, on aurait la formule très simple

$$PhO^5, SiO^2, 5CaO$$

ou

$$PhO^5, 3CaO + SiO^2, 2CaO.$$

» Nous devons insister sur ce point que la matière analysée était bien cristallisée et bien pure. Aussi deux analyses différentes se sont-elles trouvées parfaitement d'accord.

» La composition de la scorie cristalline est, au contraire, variable d'un point à un autre; elle diffère de celle des cristaux bleus principalement par une moindre proportion d'acide phosphorique et une surcharge considérable en oxydes de fer et de manganèse; on y remarque en outre la présence du soufre à l'état de sulfate et de sulfure. L'analogie générale de composition est cependant assez grande pour que l'on puisse conclure de l'analyse, comme de l'examen au microscope, que la scorie elle-même est intimement pénétrée de la substance bleue translucide.

» L'examen minéralogique des cristaux a donné les résultats suivants :

» Ils appartiennent au système orthorhombique. Les angles sont

$$mm = 113^\circ 10', \quad e^1 e^1 \,(\text{sur } p) = 64^\circ.$$

» Les formes les plus fréquentes sont les combinaisons mp, mpe^1, $ph^1 e^1$. Cette dernière forme est aplatie suivant p et allongée dans le sens de la petite diagonale.

» Les cristaux sont doués d'une double réfraction énergique; plan des axes optiques parallèle à g^1; écartement apparent des axes dans l'huile $= 112^\circ$ environ; dispersion assez notable : $\upsilon > \rho$; bissectrice obtuse positive normale à p; dichroïsme très marqué. Si un cristal est placé de façon que le plan des axes optiques soit parallèle à la section principale d'un nicol, il est d'un beau bleu de cobalt; s'il est placé perpendiculairement, il devient tout à fait incolore.

» La substance que nous venons de décrire est donc un composé parfaitement défini et cristallisé d'acide silicique, d'acide phosphorique et de chaux avec de petites proportions d'oxyde de fer et d'alumine. C'est le premier exemple que l'on puisse citer d'un pareil composé cristallisé.

» On a signalé dans la nature quatre minéraux renfermant à la fois de la silice et de l'acide phosphorique; mais deux d'entre eux, l'hypochlorite et la sordawalite, sont amorphes, de composition irrégulière, et ne sont probablement que de simples mélanges de silicates et de phosphates. Les deux autres sont cristallisés, l'eulytine et l'atélestite; ce sont des silicates de bismuth avec de très faibles proportions (2 pour 100 environ) d'acide phosphorique, et les minéralogistes hésitent à leur attribuer le nom de *silico-phosphates*.

» Dans les cristaux que nous venons d'étudier, au contraire, les deux

acides phosphorique et silicique jouent un rôle également important; ils s'y trouvent précisément dans la proportion même de leurs équivalents, aussi bien que dans le remarquable composé cristallisé, récemment obtenu par MM. Hautefeuille et Margottet, appelé par eux *phosphate de silice*, et répondant à la formule PhO^5, SiO^2 ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la production artificielle de la rhodonite et de la téphroïte.* Note de M. **Alex. Gorgeu**, présentée par M. P. Thenard.

« L'objet de cette Note est de faire connaître un nouveau mode de production des deux silicates de manganèse naturels cristallisés, fondé sur l'action réciproque de la silice et du chlorure de manganèse au rouge, en présence de la vapeur d'eau.

» Ces espèces minérales ont été déjà reproduites, la première par M. Bourgeois, la seconde par Berthier, en combinant directement, à une haute température, le silice avec le protoxyde ou le carbonate de manganèse.

» *Préparation.* — Lorsqu'on fait arriver un courant d'hydrogène ou d'acide carbonique saturé de vapeur d'eau sur un mélange, fondu au rouge-cerise, de 10 parties de chlorure de manganèse et de 1 partie de silice précipitée, la vapeur d'eau décompose le sel de manganèse; il se dégage de l'acide chlorhydrique, et le protoxyde de manganèse, en se dissolvant dans le chlorure, se trouve dans les conditions les plus favorables pour se combiner avec l'acide silicique.

» Il se forme d'abord du bisilicate que l'on peut recueillir en traitant, à 60°, la partie du culot insoluble dans l'eau par de l'acide chlorhydrique étendu de 2^{vol} d'eau; il reste ainsi des cristaux roses, petits, mais très nets.

» Si l'on prolonge l'action du gaz humide, le sel acide se transforme en silicate neutre, que l'on sépare du précipité léger, formé dans l'eau de lavage, à l'aide d'acide chlorhydrique étendu de 50^{vol} d'eau. Le résidu est alors composé de beaux cristaux gris, fréquemment mesurables, mais mélangés quelquefois de sel rose.

» Dans cette expérience, la vapeur d'eau est seule active, les gaz qui l'amènent ne servent là qu'à empêcher l'accès de l'air et par suite la formation de la hausmannite.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 9 avril 1883, t. XCVI, p. 1052.

» On peut obtenir les mêmes produits, plus lentement, avec du sable pulvérisé.

Analyse. — L'analyse, faite en utilisant la solubilité du sel rose dans les carbonates alcalins fondus et celle du silicate gris dans les acides, a montré que leur composition était exactement représentée par les formules suivantes :

SiO^2MnO pour le sel rose, ainsi que pour la rhodonite,
$SiO^2, 2MnO$ pour le silicate gris, ainsi que pour la téphroïte.

» La présence d'une grande quantité de chlorures alcalins ne fait que retarder la production de ces composés; celle de quelques centièmes de chlorures de calcium, de magnésium et de fer, a donné naissance à un silicate de même aspect que le sel neutre pur renfermant $\frac{1}{100}$ de CaO, $\frac{3}{100}$ de FeO, $\frac{9}{100}$ de MgO, et dans lequel le rapport de l'oxygène de l'acide à celui des bases est resté de $\frac{2}{2}$.

» Le silicate gris, préparé en présence du chlorure de zinc, ne contient pas d'oxyde de ce métal.

» *Propriétés physiques.* — L'éclat des deux silicates artificiels est le même que celui des produits naturels : vitreux dans le sel acide et adamantin dans l'autre.

» Même identité entre les densités :

Bisilicate artificiel	3,68	Rhodonite	3,43 à 3,68
Silicate neutre artificiel.....	4,08	Téphroïte.......	4,00 à 4,12

» Leur dureté 5 est inférieure à celles 5,5 à 6,5, 5,5 à 6 indiquées dans les livres pour ces deux minéraux.

» M. Émile Bertrand, qui a bien voulu se charger de l'examen cristallographique et optique des deux silicates, en a conclu que le sel rose artificiel, comme la rhodonite, cristallise dans le système du prisme rhomboïdal doublement oblique et que le silicate gris cristallise, ainsi que la téphroïte, dans le système du prisme rhomboïdal droit.

» *Propriétés chimiques.* — J'expose ici avec quelque détail l'action exercée sur les silicates de manganèse par certains agents naturels, à cause des conséquences intéressantes que l'on peut, à mon avis, en tirer au sujet des minerais de manganèse silicifères.

» Les deux silicates, lavés et séchés à l'air, sont anhydres, exempts de chlorure et de suroxyde.

» Ils ne paraissent pas s'oxyder notablement au contact de l'air sec, au

sein de l'eau, et même après leur calcination dans un courant d'air ordinaire ou chargé d'humidité.

» Ils sont difficilement fusibles au rouge vif, en un émail brun.

» Le chlorure de manganèse fondu dissout chacun d'eux et par refroidissement les dépose sous forme de cristaux bien définis.

» Le silicate rose fondu dans le même sel, en présence de la vapeur d'eau, se transforme peu à peu en silicate neutre; celui-ci fondu dans le chlorure avec de la silice, à l'abri de l'air et de la vapeur d'eau, se transforme en silicate acide insoluble dans l'acide chlorhydrique.

» Tandis que l'acide chlorhydrique agît à peine sur le silicate rose, même à chaud, il attaque déjà le sel neutre quand il est étendu de 40^{vol} d'eau bouillante.

» Une solution concentrée d'acide sulfureux, additionnée de 5^{vol} d'eau, est sans action sur le sel rose et au contraire dissout le silicate gris.

» L'eau de chlore saturée agit à peine sur le sel acide et noircit au contraire fortement le sel neutre, ronge ses cristaux et dissout une partie de la silice devenue libre.

» Les acides carbonique et sulfhydrique en solutions saturées, sans action sur le bisilicate, décomposent peu à peu le sel neutre avec production de carbonate ou de sulfure rougeâtre et de silice qui restent dissous en partie dans les véhicules acides.

» Une solution de bicarbonate de soude renfermant 2,8 pour 100 de sel, c'est-à-dire quatre fois autant que l'eau de Vichy la plus chargée, a été laissée en contact avec les silicates pendant douze heures de 40° à 60° et douze heures à la température ordinaire; après ce temps, le sel rose ne contient que des traces de carbonate, tandis que le résidu du sel neutre donne avec l'acide chlorhydrique une vive effervescence.

» La rhodonite (pajsbergite) se comporte absolument comme le silicate rose artificiel dans toutes les circonstances précitées.

» *Conclusions.* — 1° Les silicates de manganèse dont le mode de production est exposé dans cette Note paraissent identiques à la rhodonite et à la téphroïte.

» 2° Ce mode de production, n'exigeant que l'action de la vapeur d'eau sur un mélange fondu de sable et de chlorure de manganèse pur ou impur, *peut* être celui qui a été mis en œuvre dans la nature.

» 3° Considérant la facilité avec laquelle se produit le silicate neutre et la nature des produits de sa décomposition par les agents naturels, il est permis de supposer que la téphroïte a existé dans plusieurs gisements de

manganèse silicaté et que c'est à sa décomposition, et non à celle d'un corps aussi inaltérable que la rhodonite, qu'il faut attribuer dans les gisements ou près d'eux l'existence du manganèse carbonaté, sulfuré ou suroxydé, les changements si variés dans la teneur en silice des minerais et peut-être aussi la présence des carbonates, sulfures et oxydes des bases associées au protoxyde de manganèse dans le silicate primitif.

» J'ai commencé l'étude des produits résultant de l'action de la silice sur les chlorures fondus, susceptibles de donner des oxychlorures sous l'influence de la vapeur d'eau; ils feront l'objet d'une Communication ultérieure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le chlorure de menthyle.* Note de M. G. ARTH, présentée par M. Wurtz.

« Oppenheim a obtenu, en faisant agir sur le menthol une solution concentrée d'acide chlorhydrique, en vase clos, une substance qu'il a décrite sous le nom de *chlorure de menthyle.* Il a essayé, sans succès, de produire avec ce composé quelques-unes des doubles décompositions que l'on réalise avec les chlorures de radicaux alcooliques ordinaires : en particulier la réaction sur le menthol sodé, qui ne lui a fourni que du menthène et point de composé analogue à l'oxyde d'éthyle.

» Connaissant l'extrême facilité avec laquelle le menthol perd une molécule d'eau pour se transformer en menthène, je me suis demandé si ce n'est pas cette réaction qui se produit d'abord sous l'influence d'un réactif aussi énergique que l'acide chlorhydrique concentré, agissant comme déshydratant, et se combinant ensuite au menthène formé pour donner naissance à un composé plus semblable aux chlorhydrates térébéniques qu'aux éthers chlorhydriques proprement dits.

» Pour m'assurer qu'il en est bien ainsi, j'ai d'abord constaté que le menthène peut s'unir directement avec une molécule d'acide chlorhydrique. Cette union se produit facilement lorsque l'on sature par du gaz chlorhydrique sec une solution de menthène dans son poids d'éther anhydre. Après avoir fait évaporer l'éther et lavé avec une solution très étendue de carbonate de soude, puis avec de l'eau jusqu'à ce que celle-ci ne se trouble plus par addition de nitrate d'argent, on trouve un liquide huileux, brûlant avec une flamme bordée de vert, et possédant une faible odeur qui rappelle un peu celle du géranium et du chlorhydrate de térébenthène.

» De même que le composé décrit par Oppenheim, ce liquide ne peut

distiller sans décomposition. Séché sur du chlorure de calcium fondu, il a donné à l'analyse :

Matière... 0,2780 AgCl... 0,2188, Cl pour 100... 19,45.

» La formule $C^{10}H^{18}HCl$ exigerait 20,34, mais, vu l'impossibilité de purifier ce liquide, je n'ai pu avoir d'analyse plus exacte. Celles d'Oppenheim ne sont d'ailleurs pas plus approchées.

» Pour me rapprocher encore davantage des conditions où se plaçait ce chimiste, j'ai chauffé du menthène avec une solution concentrée d'acide chlorhydrique en tubes scellés, à 120° pendant dix heures. En opérant ainsi, le carbure se combine encore à l'acide, mais je n'ai jamais pu obtenir de produit pur; la quantité de chlore que j'y ai trouvée n'était que de 16,7 pour 100.

» Maintenu en contact avec de l'eau bouillante, ce composé perd son acide chlorhydrique en régénérant du menthène; le chlorure préparé d'après les indications d'Oppenheim se décompose de la même façon.

» Chauffés avec de l'acétate d'argent en vase clos, les deux produits chlorés fournissent de l'acide acétique, du chlorure d'argent et un carbure ayant les caractères du menthène. Il m'a toujours été impossible de constater la présence d'acétate de menthyle.

» De ces expériences, il me paraît résulter, que le chlorure de menthyle d'Oppenheim et le chlorhydrate de menthène que j'ai préparé sont identiques. Le même fait a déjà été démontré par Kachler et Spitzer ([1]) pour le chlorure de bornéol et le chlorhydrate de camphène. Seulement, tandis que ces derniers semblent constituer le véritable éther chlorhydrique du bornéol, les dérivés de l'alcool mentholique offrent plus d'analogie avec les chlorhydrates de térébenthène, ce qui permet d'expliquer pourquoi Oppenheim n'a jamais pu, à l'aide de ce composé, transporter le radical menthyle dans les réactions qu'il voulait produire.

» Le menthène dont je me suis servi, préparé avec une partie du menthol dont je dispose, *dévie à droite le plan de la lumière polarisée*, et diffère en cela des menthènes préparés par Walter, Oppenheim et Moriya, qui n'ont jamais obtenu que des carbures *inactifs* par l'action de l'anhydride phosphorique ou par celle du chlorure de zinc. »

([1]) *Liebig's Ann.*, t. CC, p. 361.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits acides dérivés de la fermentation bactérienne des albuminoïdes.* Note de MM. **Arm. Gautier** et **A. Étard**, présentée par M. Wurtz.

« L'action des ferments bactériens sur les matières albuminoïdes ne se borne pas à produire les leucines et leucoprotéines décrites dans les précédentes Notes; elle hydrate ces corps à leur tour, et fait apparaître, combinés à l'ammoniaque, les acides correspondant à ces corps amidés ou bien les dérivés de ces mêmes acides par perte de CO^2. Ainsi

$$\underbrace{C^8H^{20}Az^2O^3}_{\text{Corps nacré du poisson.}} + H^2O = \underbrace{2(C^4H^7O^2, AzH^4)}_{\text{Butyrate d'ammoniaque.}} \quad \text{et} \quad \underbrace{C^4H^6O^4}_{\text{Acide succinique.}} = CO^2 + \underbrace{C^3H^6O^2}_{\text{Acide propionique.}}$$

» De même l'hydratation des glucoprotéines donnera les acides gras et les homologues de l'acide acrylique.

» On retrouve, en effet, dans les produits de la putréfaction, sous forme de sels ammoniacaux, les acides des séries grasses, acrylique, lactique, oxalique, ainsi que des acides azotés.

» Pour les séparer, nous avons adopté la marche qui suit : les produits solides et liquides sont amenés à l'état sec par distillation dans le vide. Les acides gras volatils provenant de la dissociation des sels ammoniacaux se dégagent en même temps que de l'ammoniaque, de l'acide carbonique, des phénols, etc.; les acides fixes restent dans le résidu. On a dit (*Comptes rendus*, t. XCVII, p. 264) qu'on épuise ce résidu par l'éther, qui se charge tout spécialement d'un acide abondant, en grande partie libre, qui cristallise par évaporation du dissolvant. Cet acide, séparé des eaux mères contenant les ptomaïnes, puis purifié par saponification avec les alcalis, précipitation, distillation dans le vide et recristallisation dans l'alcool chaud, se présente alors en jolies paillettes cristallisées, blanches, solubles dans l'eau, distillant entièrement à 262°-265° sous la pression de $0^m,070$. Il a la composition et les propriétés de l'acide palmitique pur. Son point de fusion est de 73°,5. Il redevient solide à 73°. Voici son analyse :

Distillé dans le vide........................	C = 75,43;	H = 12,45
Cristallisé dans l'alcool.....................	C = 75,20;	H = 12,6

» L'acide palmitique $C^{16}H^{32}O^2$ demande C = 75,00; H = 12,50.

» A côté de cet acide gras fixe, on ne rencontre trace ni d'acide oléique, ni d'acide stéarique. Nous nous sommes assurés en même temps que tous les corps gras primitifs et toute la glycérine correspondante avaient complètement disparu. C'est là une observation digne d'intérêt : soumis à l'action des ferments bactériens des albuminoïdes, les corps gras disparaissent lentement, mais complètement; on ne retrouve à leur place que l'acide palmitique ci-dessus; les autres acides gras ont été détruits. Comme représentant de l'acide stéarique, nous n'avons rencontré que cette petite quantité d'acide amidostéarique que nous avons décrit dans la précédente Note (*Comptes rendus*, t. XCVII, p. 265).

» Le résidu qui, après distillation dans le vide et épuisement par l'éther, avait fourni à ce dissolvant l'acide palmitique dont on vient de parler, est additionné d'acide sulfurique étendu et redistillé pour chasser le reste des acides gras volatils. Dans les produits de ces deux distillations successives, nous avons pu déterminer par les méthodes ordinaires la présence d'une grande quantité d'acide butyrique, d'une proportion notable d'acide valérique, d'une trace d'acide formique et d'un peu d'acide acrylique.

» La partie liquide qui ne distille pas est mélangée de chaux; on sépare le précipité et on le traite par de l'acide acétique étendu. Celui-ci dissout un sel qui, décomposé par un excès d'acide sulfurique et agité avec l'éther, donne une notable proportion (12^{gr} par litre de jus primitif) d'acide succinique ordinaire bien cristallisé. La partie du précipité calcaire insoluble dans l'acide acétique, humectée avec de l'acide sulfurique étendu et reprise par l'éther, donne une trace d'acide oxalique.

» Les sels calcaires solubles séparés du précipité précédent sont concentrés. Leur solution devient gélatineuse, puis cristallise en une masse assez dure, comme cireuse. On la reprend par de l'eau froide, qui laisse une partie peu soluble. La partie soluble est précipitée par le nitrate d'argent sans excès. Le précipité est rapidement lavé dans l'obscurité, essoré et desséché; il se réduit très aisément. Ce sel argentique a donné à l'analyse :

$$C = 24,28; \quad H = 2,45; \quad Ag = 55,36.$$

Le crotonate d'argent veut

$$C = 24,86; \quad H = 2,58; \quad Ag = 55,91.$$

C'est de l'acide crotonique ordinaire $C^4H^6O^2$, correspondant à l'acide butyrique normal.

» La liqueur d'où s'est précipité ce crotonate, bouillie avec un petit

excès de sel d'argent, filtrée, traitée par l'hydrogène sulfuré, encore filtrée et concentrée, cristallise en partie. On sépare des eaux mères un sel de chaux gélatineux qui cristallise ensuite. Il donne à l'analyse ;

$$C = 25,98; \quad H = 3,5; \quad Ca = 22,35.$$

La théorie pour $(C^2H^3O^3)^2$ Ca veut

$$C = 25,28; \quad H = 3,15; \quad Ca = 21,05.$$

» Par sa composition comme par ses propriétés, l'acide séparé de ce sel calcaire est de l'acide glycolique.

» Dans une opération faite tout spécialement pour rechercher les acides lactiques, à côté de l'acide glycolique ci-dessus on a trouvé l'acide lactique ordinaire, caractérisé par l'analyse de ses sels de chaux et de zinc, et par leurs propriétés. Trouvé : Zn pour 100 de sel = 26,86; la théorie veut 26,75. C'est du lactate ordinaire, exempt de sarcolactate même avec la viande de bœuf.

» Le sel calcaire ci-dessus, d'où l'eau froide avait séparé les parties les plus solubles, cristallise en aiguilles quand on le reprend par l'eau chaude. L'acétate de cuivre donne dans sa solution un précipité abondant, visqueux, qui ne peut être redissous que difficilement, et qu'on décompose par H^2S. On obtient ainsi un acide sirupeux, assez peu soluble dans l'eau, amer, qui s'extrait aussi du sel calcaire en acidulant, agitant avec l'éther et évaporant. Le même acide paraît donner aussi un sel de cuivre soluble.

» Cet acide est azoté. Il donne à l'analyse les nombres suivants :

$$C = 53,25; \quad H = 7,81; \quad Az = 6,78.$$

» La formule $C^9H^{15}AzO^4$ veut

$$C = 53,73; \; H = 7,46; \; Az = 6,96.$$

» Le sel de cuivre insoluble a donné Az = 5,01, au lieu de Az = 5,30 que demande le sel cuprique $C^9H^{13}CuAzO^4$.

» Le composé $C^9H^{15}AzO^4$ est un acide amidé très rapproché des acides aspartique et glutamique. Par la potasse fondante, cet acide se dédouble comme suit :

$$C^9H^{15}AzO^4 + 4KHO = \underbrace{C^7H^{15}Az}_{\text{Homologue de l'allylamine.}} + 2CO^3K^2 + 2H^2O.$$

» En nous résumant, nous avons donc extrait les acides suivants des produits de l'action des bactéries sur les matières albuminoïdes :

I. *Série grasse*.........	Acide formique	minime quantité.
	» acétique	douteux.
	» butyrique	forte proportion.
	» valérique	proportion moindre.
	» palmitique	quantité abondante.
II. *Série acrylique*......	Acide acrylique	peu.
	» crotonique	très notable proportion.
III. *Série lactique*......	Acide glycolique	assez.
	» lactique ordinaire	peu.
	» valérolactique	douteux.
IV. *Série oxalique*......	Acide oxalique	trace.
	» succinique	grande quantité.
	(Acide carbonique)	en quantité.
V. *Acides azotés*.......	$C^9H^{15}AzO^4$	assez.
	Acide amidostéarique	peu.
	Leucines et leucéines	abondantes.

» Il n'est pas douteux que des radicaux de ces divers acides n'entrent à l'état d'imides dans la constitution de la molécule protéique. Les bactéries se bornent à la dédoubler en l'hydratant avec perte concomitante d'acide carbonique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un isomère du laurène*. Note de M. A. **Renard**, présentée par M. Wurtz.

« Les portions d'essence de résine passant à la distillation de 180° à 200°, traitées à plusieurs reprises par l'acide sulfurique, en ayant soin de distiller de temps à autre la partie surnageante afin d'éliminer les produits polymérisés, fournissent une huile légère complètement inattaquable par l'acide sulfurique ordinaire. Cette huile, lavée à la soude et soumise à quelques distillations fractionnées sur du sodium, est constituée par un hydrocarbure, isomère du laurène, bouillant à 193° — 195°.

» Son analyse a donné les résultats suivants (¹) :

		$C^{11}H^{16}$ exige
C....................	88,6	89,19
H....................	11,3	10,81
		100,00

(¹) L'excès d'hydrogène et le manque de carbone de l'analyse doivent être attribués à la présence d'une minime quantité (environ 5 pour 100) d'un carbure $C^{11}H^{22}$.

qui conduisent à la formule $C^{11}H^{16}$ confirmée par la densité de vapeur qui a été trouvée égale à 5,37 (théorie 5,21). Sa densité à $+19 = 0,8588$.

» Ce carbure se dissout dans l'acide nitrique fumant avec élévation de température et dégagement de vapeurs nitreuses. En ajoutant de l'eau, on obtient un dérivé mononitré $C^{11}H^{15}(AzO^2)$, sous forme d'une huile lourde de couleur orangée.

» L'acide nitrique ordinaire est à peu près sans action à froid; vers 80° la réaction commence et il se dégage des vapeurs nitreuses. En maintenant le mélange au bain-marie pendant deux jours et évaporant, on obtient une masse un peu visqueuse qui, reprise par de l'eau alcoolisée, abandonne de l'acide isophtalique sous forme d'une poudre blanche. Pour l'épurer, on le fait dissoudre dans de l'eau ammoniacale; on filtre, on le précipite par un acide, puis on le dissout dans l'alcool bouillant d'où il se dépose par le refroidissement. Son analyse a donné les résultats suivants :

		$C^8H^6O^4$ exige
C....................	57,47	57,84
H....................	3,70	3,61
O....................	»	38,55
		100,00

» Cet acide présente, en outre, tous les caractères de l'acide isophtalique. Il est presque insoluble dans l'eau froide, très peu soluble dans l'eau bouillante. Il fond vers 300° en se sublimant. Sa formation permet d'établir la formule de constitution du carbure qui peut ainsi être considéré comme de la méta-éthylpropylbenzine

$$C^6H^4 \left\langle \begin{matrix} C^2H^5_1 \\ C^3H^7_3 \end{matrix} \right. .$$

» Enfin, traité par l'acide sulfurique fumant, il donne naissance à un acide sulfoné dont le sel de baryum est assez soluble dans l'eau bouillante et très peu soluble dans l'eau froide, d'où il se dépose sous forme de paillettes cristallines blanches très brillantes, qui, séchées à 100°, ont pour formule $(C^{11}H^{15}SO^3)^2Ba + H^2O$ (trouvé Ba : 22,6 pour 100; théorie : 22,52 pour 100). Ce sel, chauffé à 175°, devient anhydre en perdant 2,8 pour 100 d'eau (une molécule d'eau correspond à 2,95 pour 100).

» Dans le traitement par l'acide sulfurique fumant de la méta-éthylpropylbenzine, on observe qu'une petite quantité du carbure (environ 5 pour 100) reste insoluble dans l'acide. Quoiqu'il ne m'ait pas été possible d'en isoler

une quantité suffisante pour pouvoir la soumettre à l'analyse, la résistance de ce produit à l'action de l'acide sulfurique fumant et de l'acide nitrique ordinaire démontre que c'est un carbure de la série $C^nH^{2n-6}H^6$, homologue supérieur des hexahydrures de la série benzénique, dont j'ai précédemment indiqué la présence dans les produits de la distillation de la colophane [1]. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Dans l'empoisonnement par l'oxyde de carbone, ce gaz peut-il passer de la mère au fœtus?* Note de MM. **Gréhant** et **Quinquaud**, présentée par M. Bouley.

« Dans un Travail sur la *vitalité des fœtus*, M. Andreas Hogyes, de Klausenbourg, ayant intoxiqué rapidement (en une minute et demie) des lapines par l'oxyde de carbone, a cherché ce gaz dans le sang fœtal, à l'aide du spectroscope, et ne l'a point trouvé : l'auteur conclut qu'il n'y a point passage du poison de la mère au fœtus.

» Nos recherches nous ont conduits à un résultat inverse; il est vrai que nous nous sommes placés dans des conditions différentes. Pour favoriser le passage de l'oxyde de carbone, nous avons produit chez la mère un empoisonnement plus lent, dont la durée a été de trente-cinq minutes; nous avons mesuré, par la méthode d'absorption, les capacités respiratoires du sang maternel et du sang fœtal, et obtenu le déplacement de l'oxyde de carbone du sang fœtal par l'ébullition dans le vide avec l'acide acétique. Voici les résultats obtenus dans deux expériences :

» *Première expérience.* — Chez une chienne en gestation du poids de 9^{kg}, la capacité respiratoire du sang normal étant 22,6, on fit respirer un mélange d'oxyde de carbone et d'air à $\frac{1}{300}$, qui, au bout de trente-cinq minutes, causa la mort de l'animal; le sang oxycarboné, recueilli dans les vaisseaux, n'avait plus qu'une capacité respiratoire égale à 6,1; donc 100^{cc} de sang de la mère contenaient $22,6 - 6,1 = 16^{cc},5$ d'oxyde de carbone.

» Le sang de sept fœtus, pesant ensemble $1^{kg},200$, a été défibriné, agité avec de l'oxygène et a donné une capacité respiratoire égale à 14,2; le même sang privé de gaz fut chauffé dans le vide à 70°. Avec un excès d'acide acétique monohydraté, privé de gaz, on obtint $0^{cc},5$ d'oxyde de carbone, qui fut absorbé par le protochlorure de cuivre; l'analyse montre que 100^{cc} de sang fœtal correspondent à $2^{cc},9$ d'oxyde de carbone.

Deuxième expérience. — Chez une chienne à terme, du poids de $24^{kg},6$, on détermine de la même manière et dans le même temps, en trente-cinq minutes, la mort de l'animal. Les capacités respiratoires du sang normal et du sang intoxiqué furent trouvées égales à

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCV, p. 245.

17,6 et à 7,1 : donc 100^{cc} de sang intoxiqué renfermeraient au moment de la mort 17,6 — 7,1 = 10,5 d'oxyde de carbone.

» On recueillit onze fœtus, dont on put extraire 90^{cc} de sang : la capacité respiratoire a été trouvée égale à 14,3; le même sang privé de gaz fut chauffé avec de l'acide acétique à 70° et donna 1^{cc},65 d'oxyde de carbone, dosé par l'analyse eudiométrique, ce qui correspond à 1^{cc},8 d'oxyde de carbone pour 100^{cc} de sang.

» Ainsi ces expériences démontrent que l'oxyde de carbone passe, mais en petite quantité, du sang maternel au sang fœtal, et, si nous comparons le degré d'intoxication des deux sangs, nous voyons que le sang de la mère renferme, au moment de la mort, dans la première expérience 5,7 et dans la deuxième 5,8 fois plus d'oxyde de carbone que celui du fœtus.

» Il résulte encore de ce travail que l'opération césarienne, chez une femme enceinte qui aurait succombé à l'empoisonnement aigu par la vapeur de charbon, pourrait réussir, le sang de l'enfant étant encore riche en hémoglobine capable d'absorber l'oxygène de l'air (1). »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur les nerfs vaso-dilatateurs du membre inférieur.* Note de MM. **Dastre** et **Morat**, présentée par M. Paul Bert.

« Les physiologistes savent que l'innervation des vaisseaux du membre inférieur a donné lieu à un très grand nombre de recherches, la plupart de date récente. Ludwig et ses élèves à Leipzig, Goltz à Strasbourg, Stricker à Vienne, Luchsinger et Kendall à Berne, Masius et van Lair en Belgique; Dogiel, Putzeys et Tarchanoff, Ostroumoff, Lewaschew, parmi les physiologistes russes; Heidenhain, Schönlein, Grützner, Bernstein et Marchand en Allemagne; Gaskell et d'autres encore, à l'étranger, se sont attaqués à ce problème. En France, il faut signaler les travaux de Lépine, d'Onimus, de Cossy, et surtout les recherches bien connues de M. Vulpian.

» Les résultats de tous ces efforts ont été contradictoires. Tandis que quelques auteurs concluaient à l'existence exclusive de nerfs constricteurs pour le membre inférieur, d'autres ne trouvaient dans le sciatique que des filets vaso-dilatateurs : d'autres enfin y reconnaissaient les deux catégories d'éléments nerveux. Nous nous sommes proposé, déjà anciennement, d'expliquer ces contradictions et de jeter quelque lumière sur cette question obscure. Nous avons appliqué ici la méthode qui nous a réussi ailleurs et qui con-

---

(1) Ce travail a été fait au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale, dirigé par le professeur Rouget.

siste à suivre pas à pas les nerfs de la région jusqu'à leur origine médullaire.

» Le sciatique, si l'on n'envisage que son rôle sensitif ou moteur, est décrit par les anatomistes comme une terminaison du plexus sacré. Au point de vue vaso-moteur, au contraire, nous le rattachons à la moelle thoracique et lombaire. Une règle déjà vérifiée pour les constricteurs nous a appris, en effet, que les vaso-moteurs du membre inférieur ont leur origine à un niveau plus élevé que les autres nerfs de la région. En conséquence, nous avons dû procéder successivement à l'examen : 1° du tronc sciatique; 2° de la chaîne lombaire sympathique; 3° de la chaîne thoracique dans sa portion inférieure. Enfin il restait à explorer les rameaux communiquants et à les suivre dans les racines antérieures où nous avons démontré que se localisaient les nerfs vasculaires.

» L'exploration physiologique de ces tronçons nerveux a été faite par deux procédés : 1° la méthode coloriscopique, consistant à juger de l'état des vaisseaux par les changements de coloration d'une région glabre et non pigmentée (pulpes digitales des chiens jeunes à pelage clair); 2° la méthode manométrique consistant à enregistrer la pression dans l'artère correspondant au nerf excité et dans l'artère d'une région symétrique.

» La comparaison des effets observés simultanément par ces deux procédés fournit des renseignements décisifs :

» 1° *Expériences sur le tronc sciatique.* — L'examen manométrique montre que, toujours, chez le chien, l'excitation du sciatique amène une élévation locale de la pression dans l'artère crurale. L'observation des pulpes digitales révèle dans cette partie, tantôt une dilatation, tantôt une constriction vasculaire. Le premier procédé indique un effet total de constriction; le second, une dilatation partielle. Ces faits ne sont nullement contradictoires : le sciatique contenant à la fois les deux ordres de nerfs, l'expérience prouverait seulement que les constricteurs y sont plus nombreux ou plus fortement excités que leurs antagonistes. Ce conflit entre instruments antagonistes provoqué par l'excitation du sciatique n'a rien de contraire aux lois de la division du travail physiologique, car l'excitation du sciatique n'est qu'un artifice expérimental sans modèle dans la nature. Il n'y a peut-être pas une seule circonstance où, normalement, chez l'animal vivant et sain, ce tronc nerveux soit excité en masse. Les différentes catégories de filets nerveux entrent en jeu individuellement dans les réflexes physiologiques et peuvent donner lieu à des effets univoques.

» En même temps que la pâleur ou la rougeur des pulpes, nous avons observé chez les jeunes chiens une sudation évidente : c'est là une nouvelle

démonstration intéressante de l'indépendance entre les effets vasculaires et les phénomènes sécrétoires.

» On comprend les contradictions des expérimentateurs. Ceux qui ont employé la méthode coloriscopique ont vu tantôt des dilatations, tantôt des constrictions; ceux qui ont mesuré les pressions ont toujours constaté un effet constricteur; les uns et les autres ont eu tort de tirer une conclusion absolue. Le mélange des deux catégories de nerfs, qui ressort de notre expérience, rend compte d'un autre fait paradoxal : on observe généralement la pâleur des pulpes chez le chat, souvent la rougeur chez le chien. Il n'est pas admissible que le sciatique de l'un de ces animaux contienne des constricteurs, tandis que chez l'autre il n'aurait que des dilatateurs. Il est clair, au contraire, que les proportions du mélange, dans un faisceau qui jamais n'est mis en totalité en action, n'ayant aucune raison pour être constantes d'une espèce à l'autre, la diversité des résultats n'offre rien de paradoxal.

» II. En second lieu, nous avons recherché ce que le sympathique abdominal apportait d'éléments vaso-moteurs au sciatique et aux vaisseaux du membre inférieur.

» La chaîne lombaire est coupée au niveau du quatrième ganglion; l'extrémité périphérique est excitée. On observe, comme effet manométrique, une augmentation de pression très marquée : comme effet coloriscopique, une dilatation plus fréquente que tout à l'heure des pulpes digitales.

» III. *Exploration du sympathique thoracique et de la partie supérieure du cordon lombo-abdominal.* — Le sympathique thoracique est excité au-dessus du diaphragme dans le point où le nerf grand splanchnique s'en détache. Une expérience préalable montre qu'il est indispensable de sectionner ce cordon nerveux, car son excitation augmente la pression fémorale en chassant du réseau des viscères une grande quantité de sang qui se réfugie dans le système artériel : le tracé manométrique indique cette élévation de pression.

» Cette complication écartée, on excite la chaîne thoracique ou abdominale supérieure. L'effet manométrique est une élévation de pression indiquant un effet constricteur total. L'examen coloriscopique montre une rougeur évidente, une dilatation vasculaire des pulpes et des régions voisines, nette, accusée, constante. La portion inférieure de la chaîne thoracique préside donc à la constriction des vaisseaux de la plus grande partie du membre, à la dilatation de quelques parties (pulpes digitales).

» Ce résultat de l'excitation du sympathique thoraco-abdominal peut être

rapproché de l'excitation du segment cervical : l'expérience peut être faite comparativement. On verra dans les deux cas une élévation de la pression totale dans l'artère carotide comme dans la crurale, indiquant la prédominance des effets constricteurs dans la tête d'une part, dans le membre inférieur d'autre part; et en même temps une dilatation évidente (qui avait échappé aux expérimentateurs), dans la région buccale d'une part, dans les pulpes digitales de l'autre.

» En résumé, on voit l'excitation du segment supérieur (sympathique thoraco-abdominal) provoquer une vaso-dilatation constante; le segment moyen (sympathique lombaire) provoque une vaso-dilatation moins constante; le segment inférieur (tronc sciatique) donne une vaso-dilatation plus rare encore. La signification de ces résultats n'est pas sans valeur pour l'interprétation des fonctions des ganglions sympathiques. Plus on se rapproche de la moelle, plus les vaso-dilatateurs deviennent évidents, plus ils tendent à prédominer sur leurs antagonistes. Leur action s'efface ou s'amoindrit à mesure que l'on descend vers les vaisseaux. Ils doivent se perdre dans les ganglions interposés, et ceux-ci auraient, en conséquence, pour fonction de mettre en rapport les vaso-dilatateurs avec les constricteurs pour permettre l'effet inhibitoire ou interférentiel de ces filets les uns sur les autres.

» Ce résultat, conforme à ce que nous avons vu dans une autre série d'études, peut d'ailleurs être mis en évidence par une épreuve directe. Cette expérience et celles que l'on peut faire pour mettre en jeu, par action réflexe, l'activité normale des filets que nous venons de décrire, sont consignées dans un Mémoire spécial [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'épithélium fenêtré des follicules clos de l'intestin du lapin et de ses stomates temporaires.* Note de M. J. **Renaut**, présentée par M. Bouley.

« I. La muqueuse de l'appendice iléo-cœcal du lapin, uniquement formée de follicules clos adjacents entre eux, se réduit à une vaste plaque de Peyer diffuse. Dans cette plaque de Peyer et dans celle qui termine l'intestin grêle, la partie saillante ou *tête* de chaque follicule est entourée par un repli de la muqueuse intestinale disposé par rapport à cette tête comme

(1) Travail des laboratoires de Physiologie de la Sorbonne et de la Faculté de Médecine de Lyon.

le prépuce à l'égard du gland. La tête folliculaire est donc placée au fond d'une *cupule* (Frey) ([1]), terminée profondément par une rigole analogue au reflet balano-préputial. J'ai reconnu d'abord qu'en se réfléchissant des parois de la cupule sur la tête du follicule, l'épithélium intestinal perd toutes ses cellules caliciformes, et se trouve réduit à des cellules cylindriques à plateau strié.

» Au sommet de la tête, cet épithélium est formé de cellules étroites, hautes, striées suivant leur hauteur ; mais à mesure que l'on descend vers la rigole de la cupule, on le voit se modifier. Tout d'abord on constate entre ses cellules la présence de globules blancs qui écartent les éléments épithéliaux pour prendre place et former ce qu'on a appelé des *thèques intra-épithéliales* ([2]). Au voisinage du point de réflexion de l'épithélium de la tête sur la paroi de la cupule, il s'agit d'une véritable infiltration diffuse de cellules lymphatiques. Le revêtement épithélial, pénétré par une énorme quantité d'éléments migrateurs, ne semble plus nettement limité du côté du follicule, mais la ligne des plateaux striés subsiste comme un trait au-dessous duquel les corps des cellules épithéliales, déjetés dans tous les sens, sont comme noyés au milieu des cellules lymphatiques, aussi nombreuses que dans le tissu réticulé subjacent.

» Pour prendre une idée exacte de la façon dont l'épithélium a été modifié par la pénétration des cellules lymphatiques, il convient de faire des coupes sur des fragments de muqueuse fixée pendant deux ou trois heures par les vapeurs d'acide osmique, de traiter ces coupes au pinceau et de les colorer au picrocarmin. Sur nombre de points, les cellules lymphatiques engagées dans l'épithélium ont été chassées, et ce dernier se trouve dégagé avec la forme qu'il avait quand il a été fixé vivant. Tous les plateaux striés, énormément élargis et amincis, forment une ligne continue d'où partent, à larges intervalles, des corps cellulaires étroits, présentant des pointes latérales à la façon de piquets épineux. Souvent ces pointes sont cassées, mais on en observe toujours qui vont rejoindre leurs similaires émanant d'une autre cellule. Les noyaux vésiculeux et typiques de ces corps cellulaires sont situés à diverses hauteurs, et non plus sur une même ligne comme dans l'épithélium normal. En résumé, l'épithélium des parois laté-

---

([1]) Frey, *Untersuchungen über die Lymphgefasse der Darmskanales*, Leipzig (1863), (tirage à part), p. 61, et *Traité d'Histologie et d'Histochimie*, 2e édit. française; Paris, Savy, 1877, p. 560.

([2]) J. Renaut, *Dict. encyclopédique des Sciences médicales*, art. *Dermatoses*, p. 161.

rales des têtes folliculaires, au lieu d'être comparable à un faisceau de javelots serrés et en contact, devient semblable aux piliers d'une voûte à arceaux multiples. La voûte représente la ligne des plateaux; les cellules épithéliales répondent aux colonnes distantes, leur ligne d'implantation sur le tissu réticulé au sol. Les espaces libres sont occupés par des cellules lymphatiques pressées les unes contre les autres.

» II. Examinons de plus près les cellules épithéliales après les avoir dissociées par l'alcool au tiers et colorées par le picrocarmin. Nous constatons d'abord qu'elles se terminent toutes, à leur extrémité adhérente, par un mince plateau basal à double contour, et non pas en pointe. Les plateaux basaux sont soudés entre eux, ils reposent directement sur les mailles du tissu réticulé; mais, de distance en distance, on voit leur ligne rompue par des traînées de cellules lymphatiques qui prennent naissance dans le tissu adénoïde et vont rejoindre celles qui infiltrent l'épithélium. Les éléments épithéliaux peu modifiés ont gardé leur striation granuleuse, ceux qui le sont davantage l'ont perdue; leur masse protoplasmique présente un éclat gras et homogène. La plupart sont sillonnées d'empreintes d'où partent des expansions délicates percées de trous elliptiques ou ronds. Enfin la plupart des cellules répondant aux régions les plus infiltrées de globules blancs ont un aspect caractéristique. Elles sont beaucoup plus volumineuses que les cellules épithéliales ordinaires, leur noyau est refoulé inférieurement, un peu au-dessus du plateau basal. Au-dessus de ce noyau, leur masse protoplasmique est découpée en branches rameuses, souvent elles sont même percées de trous, qui dessinent une sorte de corbeille et vont s'insérer au plateau strié. Si l'on suppose un arbre à branches étalées, et qu'on ramène toutes ses branches en haut vers un même point qui serait ici le plateau, on se fera une idée approximative de ces singulières cellules dont le protoplasma a été troué, étiré en lames, percé de nouveau, etc., par les cellules migratrices, de manière à présenter en fin de compte l'aspect d'une cage. Jamais, à ma connaissance, une pareille forme de cellules épithéliales à plateau n'a été décrite. C'est pourquoi je propose de lui donner le nom de *cellule épithéliale fenêtrée*.

» III. Le remaniement que je viens d'indiquer montre que les cellules lymphatiques sont capables de fenêtrer, par leurs passages incessants des cellules épithéliales prises en particulier aussi bien qu'une lame mince comme l'épiploon. Mais, au point de vue de la continuité de l'épithélium ainsi fenêtré, quelle est la conséquence de leur activité? Un fait évident, c'est que les éléments lymphatiques communiquant librement avec le tissu

réticulé subjacent ne sont plus d'autre part séparés de la cavité intestinale que par une cuticule amincie, le plateau strié. C'est là déjà une excellente condition pour les échanges entre l'intestin et le système lymphatique. Par un artifice simple, en un point donné, un épithélium épais est réduit à une barrière cuticulaire aussi mince qu'un endothélium. Mais, après avoir déployé une activité capable de fenêtrer l'épithélium, et être arrivées sous la mince cuticule formée par les plateaux, respectent-elles cette barrière?

» J'ai cherché à élucider cette question en imprégnant d'argent les têtes folliculaires débarrassées de leurs cupules par un coup de rasoir tangentiel. Sans cette précaution, la solution ne pénètre pas en effet sur leurs faces latérales. J'ai ainsi réussi à imprégner *purement* l'épithélium fenêtré. Sur des coupes parallèles à la surface, j'ai vu qu'à son niveau, à la place du pavé polygonal régulier et à petites aires, bien indiqué au sommet de la tête folliculaire, l'imprégnation dessine des travées de cellules entre lesquelles on voit d'innombrables trous clairs, larges et arrondis, qui donnent à la partie latérale de la tête un aspect ocellé, identique à celui que montre un épiploon en voie de fenêtration et imprégné d'argent. Ces trous indiquent manifestement que les cellules lymphatiques passent aussi bien de l'épithélium fenêtré dans l'intestin que du tissu réticulé dans l'épithélium, ouvrant par leur passage des stomates analogues à ceux qui sont percés par les globules blancs dans la paroi des capillaires pendant la diapédèse, mais infiniment plus grands, plus nombreux, et probablement aussi plus persistants.

» Le problème si discuté des *bouches absorbantes* intestinales est ainsi ramené, je crois, pour le cas particulier des follicules clos, à une solution conforme à ce qu'on sait à la fois de la constitution des épithéliums et des propriétés des cellules migratrices. Ces cellules travaillent sans cesse à transformer les parois latérales des têtes des follicules clos en des sortes de pommes d'arrosoir dont les trous sont ouverts pour un certain temps, et que l'imprégnation surprend dans cet état, mais qui se peuvent ensuite effacer plus ou moins rapidement, par suite du retrait de la ligne cuticulaire perforée sur elle-même, comme le ferait la paroi d'une lame de gélatine ramollie qu'on aurait percée à coups d'aiguille ou de poinçon [1]. »

[1] Travail du laboratoire d'Anatomie générale de la Faculté de Médecine de Lyon.

ANATOMIE ANIMALE. — *Recherches sur la structure des parties constituantes de la ventouse des Céphalopodes* ([1]). Note de M. **P. Girod**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« 1. *Octopus vulgaris*, Lam. — La *cupule élastique*, qui forme pour ainsi dire le squelette de la ventouse du Poulpe, est constituée par trois tissus différents :

» *a*. Des fibres fondamentales se rapprochant, par leur forme et leurs réactions, des fibres élastiques des Vertébrés. Ces fibres sont réunies en faisceaux qui s'accolent latéralement et donnent sur la coupe de la cupule une striation et une disposition radiée particulières.

» *b*. Des fibres musculaires lisses ordinaires, qui se groupent en faisceaux constituant les sphincters intermédiaires.

» *c*. Des faisceaux conjonctifs. Ces faisceaux se réunissent et constituent une capsule qui forme une gaine à la cupule élastique.

» La cupule élastique répond, par son bord libre, aux couches conjonctives dermiques; elle repose sur les masses musculaires, qui prennent sur elle des insertions périphériques. D'autre part, elle n'est recouverte, du côté de la cavité acétabulaire, que par une simple couche épidermique reposant sur sa capsule. Ces rapports nous font considérer la cupule et sa capsule comme répondant aux couches conjonctives dermiques.

» On observe des chromatophores et des iridocystes dans le derme du tégument qui relie la ventouse au bras.

» Une *couche épithéliale* forme le revêtement superficiel de la face externe de la ventouse et de sa cavité interne.

» Sur toute la face extérieure, on trouve l'épithélium de la peau des Céphalopodes. Au bord libre, on observe de nombreuses villosités. En ce point, les cellules s'allongent, s'effilent et se terminent par une tête caliciforme. Les dissociations montrent, au milieu de ces cellules nombreuses, quelques éléments surmontés par un prolongement arrondi, et qui semblent pouvoir être rapportés à des éléments terminaux en rapport avec des fonctions sensorielles spéciales.

» La cavité de la ventouse est couverte de petits mamelons, et chaque mamelon est à son tour hérissé de petites saillies denticulées. Ces surfaces rugueuses sont limitées par une cuticule qui forme ces saillies diverses.

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. XCVII, n° 3.

Cette cuticule repose sur un épithélium dont chaque cellule est surmontée par une sorte de casque arrondi, qui supporte une denticulation de la cuticule.

» 2. *Sepia officinalis*, Lin. — La différenciation dermique qui aboutit chez le Poulpe à la formation de la cupule élastique ne se produit pas chez la Seiche. L'anneau corné est une formation essentiellement distincte, quant à ses rapports et à son origine. Il dépend de la couche épithéliale qui forme ici la partie intéressante de l'ensemble.

» Sur le pédoncule et la partie inférieure de la face externe, l'épithélium est l'épithélium cutané ordinaire.

» Dans la région moyenne de cette face, se montrent des villosités nombreuses. Aux cellules épithéliales ordinaires, se joignent, en ce point, des cellules caliciformes constituées par un réservoir perforé sur sa face libre et par une portion protoplasmique profonde.

» Au-dessus de cette région papillaire, l'épithélium raccourcit ses cellules; il recouvre la partie supérieure de la face externe, puis le bord libre terminal, et enfin se replie pour tapisser la cavité acétabulaire.

» La cuticule suit exactement l'épithélium; très mince vers la base de la ventouse, ainsi que sur le plancher de la cavité et sur le piston qui s'en élève, elle s'épaissit vers le bord libre et forme une sorte de calotte, qui, sur la coupe, se montre à cheval sur ce bord.

» Au point où elle répond au bord libre, la cuticule s'allonge en une série de dents qui limitent l'ouverture. La portion répondant à la face externe forme des denticulations, en doigts de gant, analogues à celles qui ont été signalées sur l'infundibulum dans le Poulpe et dans lesquelles s'engrènent les casques des cellules sous-jacentes. Enfin, la portion qui s'applique sur l'épithélium de la face interne forme la partie décrite sous le nom d'*anneau corné*. L'épaisseur de la cuticule devient considérable, surtout vers la région moyenne de l'anneau qui donne à la coupe un croissant obtus.

» Cette étude rapide de la structure intime de la ventouse chez le Poulpe, type des Octopodes, et chez la Seiche, type des Décapodes, donne un ensemble de résultats qui, combinés avec ceux que fournit l'examen de la texture de ces appareils, peuvent être résumés en quelques mots.

» *Chez les Octopodes.* — Ventouse formée par une *cupule élastique*, d'origine dermique, présentant dans sa partie moyenne un étranglement qui divise la cavité intérieure en un *infundibulum* et une chambre *acétabulaire*, séparés par un orifice intermédiaire. Cette cupule, mue par des muscles

intrinsèques et extrinsèques, préside à la fixation de l'appareil. C'est donc la paroi de la ventouse qui joue le rôle actif dans cette fixation.

» *Chez les Décapodes.* — Ventouse formée par une paroi charnue, doublée par un *anneau corné* rigide, d'origine cuticulaire, et formant une sorte de corps de pompe immobile, dans lequel se meut un piston musculaire qui, par sa contraction, fait le vide dans la cavité acétabulaire. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Observations et expériences sur la circulation de la sève des végétaux sous les tropiques.* Note de M. V. **Marcano**, présentée par M. P. Duchartre.

« Les observations faites en Europe ont démontré que le mouvement circulatoire de la sève des végétaux présente, dans l'espace de vingt-quatre heures, deux *maxima*. C'est pendant la matinée que l'on constate l'un de ces *maxima* et l'autre dans l'après-midi. La valeur absolue du premier est constamment supérieure à celle du second. Quoique l'existence de ces phénomènes soit aujourd'hui démontrée d'une manière incontestable, on en ignore les causes. Des opinions nombreuses ont été émises pour les expliquer, mais aucune d'elles n'y est arrivée d'une manière satisfaisante.

» Nous avons cru qu'il était utile d'inaugurer, sous les tropiques, des expériences sur la circulation végétale, idée à laquelle nous nous sommes d'autant plus attaché que la constance presque absolue de la pression atmosphérique et de la température qui caractérisent les contrées tropicales nous a semblé de nature à simplifier les phénomènes, et par conséquent à faciliter ces recherches. Les résultats de celles-ci font l'objet de cette première Communication.

» Ils ont été obtenus à Caracas (Vénézuéla), ville située à 10°30′50″ latitude nord, à 69°25′ longitude ouest du méridien de Paris et à une altitude de 869^{m} au-dessus du niveau de la mer. La pression barométrique varie à peine de $0^{m},001$ à $0^{m},002$ dans la journée. La température est tout aussi constante, au moins pendant une certaine période. L'écart entre les maxima et les minima, en vingt-quatre heures, n'atteint que 3° au plus. Ces conditions sont donc très différentes de celles qu'on observe dans les pays tempérés, où la température de la nuit est toujours très différente de celle du jour.

» Pour établir la comparaison dès le début, on implanta des mano-

mètres dans les tiges de deux arbres bien différents : un *Carica Papaya* et une Liane; on observait tous les quarts d'heure la marche du mercure.

» En examinant un à un plus de soixante-dix tracés graphiques obtenus de cette manière, on remarque que la courbe diurne de chacune des plantes mentionnées présente deux maxima très nets. Le premier a lieu entre 8^h et $10^h 15^m$ du matin, heure à laquelle le mouvement, après être descendu tout d'un coup à zéro, s'y arrête quelque temps, pour remonter dans l'après-midi (entre 1^h et 3^h) jusqu'à une hauteur bien moindre que celle qu'il avait atteinte le matin. Une fois le maximum du soir atteint, la courbe continue à descendre, arrive de nouveau à zéro, prend souvent pendant la nuit des valeurs négatives, pour recommencer à nouveau, avec l'apparition du soleil sur l'horizon, le cycle des mêmes déplacements. La hauteur absolue de ces maxima est parfois notable; elle est représentée, pendant des époques relativement longues, par une colonne de mercure qui mesure de $0^m,100$ à $0^m,200$.

» Les variations diurnes de la température et celles de la pression atmosphérique étant extrêmement faibles, elles ne sauraient avoir une influence notable sur la marche du phénomène; il restait à s'occuper de l'influence de l'humidité sur les racines et sur les feuilles. Remarquant que les courbes, dans les jours pluvieux, avaient des ordonnées d'une grande valeur numérique, on avait été conduit à penser que la quantité d'eau puisée dans le sol par les racines influait directement, et dans une large mesure, sur la quantité de liquides absorbés par le végétal.

» Cette opinion semblait encore trouver quelque fondement dans le fait qu'aux jours secs (pendant lesquels il ne tombait pas de pluie) correspondaient des courbes situées tout entières sur la partie négative de l'axe des (x), ce qui n'empêchait pas cependant les maxima de s'accomplir aux heures habituelles.

» L'expérience ne confirma pas ces prévisions. En choisissant des époques de sécheresse, pendant lesquelles la pression intérieure de la sève était négative, et en inondant le sol avec de l'eau, on ne parvenait pas à changer le sens du mouvement. Mais, par contre, toujours dans le cas des pressions négatives, si l'on avait soin de couvrir la terre sur une large surface avec des toiles imperméables, et si la pluie venait à tomber, ou si l'on arrosait le feuillage, on observait conséquemment l'augmentation immédiate de la pression intérieure de la sève.

» Par les temps couverts, l'heure des maxima se trouve retardée; elle s'avance au contraire par les jours très clairs.

» Ces expériences, qui ont été répétées et vérifiées sur plusieurs arbres différents et à diverses époques de l'année, démontrent :

» 1° Que sous les tropiques le cycle de la circulation végétale s'accomplit dans une période de vingt-quatre heures, présentant deux *maxima* d'une fixité relative ;

» 2° Que la pression intérieure de la sève est inférieure à celle de l'atmosphère, pendant toute la saison de sécheresse qui dure sous l'équateur presque la moitié de l'année ;

» 3° Qu'à l'époque des pluies cette pression est de beaucoup supérieure à celle de l'air ambiant, ce qui tient surtout à l'eau absorbée directement par les feuilles.

» Je dois remercier ici M. P.-A. Mosquera, qui a bien voulu m'aider dans la longue suite d'observations exigées par ce travail. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur les variations anatomiques et la différenciation des rameaux dans quelques plantes.* Note de M. **Laborie**, présentée par M. P. Duchartre.

« La structure et la composition anatomiques des rameaux de même âge sont susceptibles de présenter, dans certaines plantes, des différences constantes et très accusées. Ces différences sont généralement en rapport avec la forme extérieure et avec les fonctions de ces rameaux.

» L'étude du plus grand nombre de nos arbres fruitiers conduit à quelques résultats intéressants. On peut résumer de la manière suivante les caractères des rameaux à fruits et des rameaux à bois du Poirier, pris comme type.

» I. D'une manière générale les rameaux à fruit diffèrent des rameaux à bois : 1° par une prépondérance très marquée des tissus parenchymateux, tant cortical que médullaire ; 2° par un développement plus faible des faisceaux fibro-vasculaires.

» II. Si l'on examine comparativement chacun des trois groupes de tissus qu'on distingue dans une tige : écorce, bois, moelle, on trouve :

» 1° Que le liber primaire manque presque toujours dans les rameaux à fruit. Si les fibres libériennes existent, elles sont très rares, très clairsemées, et leur présence est liée à un état particulier, soit de l'arbre, vieillesse, soit de la lambourde, transformation en rameau à bois. Les cellules à cristaux et les tubes cribreux y sont plus abondants.

» 2° *Bois.* — Le bois des rameaux à fruit renferme un petit nombre de

fibres ligneuses : cet élément est remplacé, en partie, par ces cellules un peu allongées et à extrémités horizontales qui forment ce qu'on a nommé le *parenchyme ligneux*. Le calibre des gros vaisseaux est moindre que dans les rameaux à bois. Les rayons médullaires y sont un peu plus nombreux et leurs éléments sont un peu plus volumineux.

» 3° *Moelle*. — Les cellules de la moelle sont riches en aliments de réserve. Dans les espèces à moelle hétérogène, le pommier par exemple, la distinction des deux sortes de cellules qui la composent, très nette dans les rameaux à bois, est à peine sensible dans les rameaux à fruit.

» Tous ces caractères se retrouvent dans le Pommier, le Cognassier, le Prunier, le Pêcher, l'Amandier. Cependant chacune de ces espèces présente des caractères particuliers.

» Ainsi dans l'Amandier, les fibres libériennes sont remplacées par des cellules allongées transversalement, disposées en réseau, et que, malgré leur position, on ne peut pas considérer comme des fibres libériennes modifiées. En effet, on les retrouve dans les rameaux à bois, où elles forment une mince couche à l'intérieur des faisceaux de fibres libériennes normales.

» Des plantes appartenant à d'autres familles naturelles présentent des modifications analogues.

» Quelques Cytises, le C. *laburnum*, en particulier, offre, dans ses différents rameaux, des caractères identiques à ceux que je viens d'indiquer. La structure de ses rameaux à fruit se rapproche beaucoup de celle qui existe dans l'Amandier.

» Le *Cercis siliquastrum* présente des faits analogues.

» Le Laurier, *Laurus nobilis*, possède les mêmes caractères.

» Enfin le Jujubier (*Zizyphus vulgaris*, LK), qui possède trois sortes de rameaux : 1° les uns stériles à entre-nœuds allongés, 2° les autres à entre-nœuds très courts, fertiles, 3° et enfin des axes feuillés caducs sur lesquels naissent les fleurs ; on trouve que les premiers offrent un grand développement des tissus de soutien et des organes conducteurs, rameaux à bois, qu'il en est de même dans les derniers, tandis que les tissus parenchymateux prédominent dans les seconds rameaux à fruit.

» Le mode de végétation de la Pomme de terre, où l'on trouve ces mêmes rameaux, peut être assimilé à celui du Jujubier, avec cette différence que le rameau à fruit y est annuel.

» Ces caractères anatomiques pourraient permettre de considérer la plante comme formée d'organes différenciés à des degrés assez divers sui-

vant les espèces. Pour les Phanérogames, le premier degré de cette différenciation consisterait dans la distinction morphologique et anatomique des axes ordinaires et des pédoncules. Un deuxième degré serait fourni par nos arbres fruitiers. Enfin le degré le plus élevé se trouverait dans le Jujubier, la Pomme de terre et peut-être aussi pour les plantes à rhizome.

» Quoi qu'il en soit de ces considérations, il paraît évident que, de ces rameaux, les uns sont spécialement destinés à former et à emmagasiner les aliments nécessaires aux organes reproducteurs qui en naissent, tandis que les autres servent à les relier et à leur apporter les matériaux qu'ils élaborent. Dans les premiers, la formation des matières assimilables et de réserve l'emporte sur celle des éléments anatomiques; c'est le contraire dans les seconds.

» Ces faits et ces hypothèses pourront servir de guide dans l'étude et dans l'interprétation de différences analogues, quoique moins tranchées, qu'on a observées dans un nombre encore un peu trop restreint de plantes dioïques, pour que dès à présent on puisse les donner comme caractéristiques des individus mâles et des individus femelles. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Du rôle de la silice dans la végétation du maïs.* Note de M. V. **Jodin.** (Extrait.)

» .... En résumé, les expériences décrites dans ce Mémoire montrent, non seulement qu'une graine de maïs, cultivée dans une solution minérale convenable, peut, ainsi que l'a prouvé le Dr Sachs, végéter et former une plante d'apparence normale, sans fixer dans ses nouveaux tissus une proportion notable de silice; mais encore que cette privation de silice, si contraire aux *habitudes spécifiques* de la plante, peut être prolongée pendant plusieurs générations successives, sans que cette descendance anormale manifeste une dégénérescence physiologique, attribuable à la continuité de cette privation.

» En un mot, une première graine de maïs, cultivée dans de l'eau minéralisée artificiellement et sans silice, a produit des graines fertiles qui, cultivées de la même manière, ont donné une série de quatre générations, dont la dernière s'est éteinte plutôt par suite d'un accident d'expérience que d'une véritable stérilisation des produits; car il paraît vraisemblable que, avec quelques précautions, la série aurait pu se prolonger davantage. Les analyses des récoltes obtenues dans l'eau, ou normalement en terre végétale, au cours de ces expériences, prouvent aussi, par comparaison, combien est

variable la minéralisation d'une plante et combien elle dépend des conditions qui ont présidé à l'évolution de cette plante :

» Laissant de côté la silice, dont la fonction physiologique est obscure et discutable, si l'on considère un élément essentiellement actif, comme l'acide phosphorique ou la potasse, on trouve qu'un plant de maïs cultivé dans l'eau peut parcourir toutes les phases d'une évolution complète, y compris la production de graines fertiles, en mettant en œuvre et retenait dans ses tissus seulement $\frac{1}{4}$ de l'acide phosphorique et $\frac{1}{2}$ de la potasse qui furent trouvés dans une plante de même espèce et de même poids, cultivée en pleine terre. Bien plus, une graine issue de quatre générations dans l'eau sans silice, semée dans un peu de terre végétale abondamment arrosée, a pu donner une plante vigoureuse et fertile qui, à poids égal, ne contenait pas même $\frac{1}{6}$ de la potasse fixée par une plante normale de pleine terre.

» Ces faits sont d'accord avec les idées émises depuis longtemps par M. Dehérain à la suite de recherches personnelles, à savoir, que les cendres d'une plante, c'est-à-dire sa minéralisation brute, ne représentent pas quantitativement la somme des facteurs minéraux nécessaires à son évolution, mais généralement une somme supérieure ; attendu que des forces purement physiques, telles que la diffusion et l'évaporation, agissant continuellement pendant la vie de la plante, peuvent amener et accumuler dans ses tissus bien au delà de ce qui est mis en œuvre par d'autres forces plus intimes, encore mal définies par le mot vague d'*assimilation*, et qui président à la génération des nouveaux organes élémentaires.

» Jusqu'à un certain point, on pourrait comparer ce qui se produit naturellement dans la plante à ce qu'obtiendrait un chimiste qui, pour former un sel, verserait une quantité indéterminée d'acide dans une quantité indéterminée de base. En dehors de ce sel, il existerait généralement un excédent de base ou d'acide qui n'aurait eu que peu ou point d'influence sur la production du sel, et que, par conséquent, on aurait tort de compter comme un élément essentiel de la réaction.

» Les cendres des plantes, pour la plupart, contiennent de ces *excédents*, qui représentent une réserve, souvent inutilisée, parmi les éléments de même espèce qui ont concouru réellement au développement de la plante. Leur présence, presque constante, mais variable dans la proportion, a rendu fort difficile jusqu'ici la recherche de l'*équivalent physiologique*, ou même simplement de l'*existence d'un équivalent physiologique*, pour chaque élément minéral reconnu indispensable à la manifestation de la vie.

» Dans mes études de culture dans l'eau, continuées depuis plus de

quinze ans, j'ai cherché souvent à déterminer la minéralisation minima d'une espèce de plante, c'est-à-dire à constituer des milieux qui ne livraient à cette plante les éléments nécessaires qu'au fur et à mesure de son développement, de façon à éviter ces accumulations et réserves que favorise un milieu trop riche ou mal composé. Les résultats que j'ai obtenus jusqu'ici ne sont pas encore assez précis pour me paraître devoir être publiés. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Altérations qu'éprouvent les farines en vieillissant.* Note de M. **Balland**. (Extrait.)

« *Conclusions.* — De l'ensemble des faits signalés dans le Mémoire que j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie, on peut déduire les faits suivants :

» 1° Les farines, en vieillissant, éprouvent des modifications de diverses natures.

» La proportion d'eau est peu variable : elle s'élève ou s'abaisse suivant l'état hygrométrique de l'air; dans les conditions ordinaires, l'écart peut atteindre 0,8 à 1 pour 100.

» Les matières grasses ne subissent pas de variation sensible dans leur poids; elles perdent leur odeur franche et deviennent rances.

» Les matières sucrées décroissent, mais d'une quantité qui n'est pas en rapport avec l'acidité produite.

» Cette acidité varie avec l'essence du blé : elle est plus rapide et plus forte avec les farines de blés tendres qu'avec les farines de blés durs.

» Traduite en acide sulfurique monohydraté, elle peut s'élever avec les premières de 20^{gr} à 120^{gr} par quintal métrique, et avec les deuxièmes de 20^{gr} à 70^{gr}. Elle semble se rattacher directement aux modifications éprouvées par les matières albuminoïdes. Ces matières, au début, sont presque entièrement à l'état de gluten insoluble : peu à peu elles se désagrègent, mais sans perdre de leur poids; le gluten se fluidifie et disparaît avec toutes ses qualités.

» Les matières amylacées ne paraissent point modifiées.

» 2° Dans les farines dont le taux de blutage est peu élevé, il y a toujours plus d'acidité, plus de ligneux et plus de matières grasses et sucrées; il y a aussi plus de gluten. Ces farines se conservent mal.

» 3° Pour les farines conservées en sacs, les altérations sont plus rapides que pour les farines renfermées en vases clos.

» 4° Au même taux de blutage, les farines obtenues par les meules se

conservent aussi bien que les farines retirées des cylindres; elles ne sont pas plus acides. L'acidité est indépendante de la mouture.

» 5° La partie farineuse du grain de blé qui touche à l'enveloppe externe est plus acide que la portion centrale; elle est également plus riche en gluten; elle s'altère plus rapidement. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Expériences sur l'évaporation, faites à Arles pendant les années* 1876 *à* 1882. Note de M. **A. Salles**, présentée par M. L. Lalanne.

« Dans le numéro du 4 juin 1883 des *Comptes rendus*, M. Jamin a dit : « Le problème de l'évaporation est résolu sur une petite surface; il ne l'est pas sur une étendue considérable de liquide salé ou non. Or c'est la question qu'il serait utile de traiter. »

» M. Dieulafait a traité cette question, en ce qui concerne l'eau de mer, dans les numéros du 4 et du 18 juin dernier des *Comptes rendus*; il déclare que l'évaporation moyenne de l'année pour l'eau de mer, dans la région du delta du Rhône, est au moins de 6^{mm} par jour.

» J'ai fait à Arles, sur l'évaporation de l'eau douce, des expériences qui ne concordent pas avec les observations de M. Dieulafait et dont je crois utile de faire connaître, d'une manière très sommaire, les dispositions et les résultats.

» Les physiciens, les météorologistes et les agriculteurs n'ont, en effet, généralement mesuré l'évaporation que sur des vases de dimensions trop restreintes : Dalton, par exemple, opérait sur un vase de 1^{dq} de surface; de Gasparin, sur un vase de 10^{dq}. Ce mode d'observation à fait attribuer à l'eau douce une évaporation annuelle de :

» $1^m,876$ à Orange (de Gasparin, 16 ans d'observations);

» $2^m,192$ à Cavaillon (Cotte, 2 ans);

» $2^m,563$ à Arles (Cotte, 5 ans).

» D'après M. Vallès, l'évaporation annuelle serait à Marseille de $2^m,50$ pour l'eau douce et de $2^m,35$ à $2^m,40$ pour l'eau des salines, ce qui donnerait $\frac{95}{100}$ pour le rapport de l'évaporation de l'eau de mer et de celle de l'eau douce.

» Par contre, les expériences faites par les ingénieurs des Ponts et Chaussées à Saint-Jean-de-Losne, Dijon, Pouilly et Laroche-sur-Yonne, sur des bassins en maçonnerie de $2^m,50$ en carré et de $0^m,40$ de hauteur, exposés de tous côtés à l'action du soleil et du vent, ont établi que la

hauteur de l'évaporation annuelle différait peu, dans cette contrée, de celle de la pluie, alors que tous les auteurs lui attribuaient une valeur double : à Laroche, de 1846 à 1850, elle n'a été en moyenne que de $0^{m},594$.

» Ces considérations générales m'ont amené à faire à Arles des observations précises sur l'évaporation de l'eau douce dans de grands bassins en maçonnerie établis sur les dépendances du canal de navigation d'Arles à Bouc; elles ont été commencées le 1er février 1876 et sont poursuivies depuis cette époque avec la plus grande régularité.

» Ces bassins d'évaporation ont été construits, avec toutes les précautions nécessaires pour assurer leur complète étanchéité, dans une prairie exposée de tous les côtés à l'action du soleil, moins bien située peut-être sous le rapport du vent; ils sont au nombre de trois et ont chacun $3^{m},00$ en carré, 9^{m} de superficie. La hauteur d'eau normale est de $0^{m},50$ dans le bassin n° 1, de $1^{m},00$ dans le bassin n° 2 et de $1^{m},50$ dans le bassin n° 3.

» En général, les observations ne sont faites qu'une fois par mois, et le dernier jour de chaque mois, dans le bassin n° 2. Dans les bassins nos 1 et 3, les observations sont faites toutes les douze heures, chaque jour à 7^{h} du matin et à 7^{h} du soir; une lecture correspondante est faite en même temps sur un pluviomètre système Sainte-Claire Deville, placé à proximité des bassins et qui donne à moins de $\frac{1}{10}$ de millimètre près la hauteur du prisme d'eau tombée pendant les douze heures qui ont précédé l'observation. Pour être exactes, ces expériences ont d'abord rendu nécessaire l'emploi d'appareils très précis dans les bassins nos 1 et 3 : l'instrument adopté pour le bassin n° 1 est un appareil à fléau multiplicateur, automatique, se composant essentiellement d'un flotteur sphérique et d'un fléau décuplateur; l'instrument adopté pour le bassin n° 3 est un appareil à vis micrométrique, consistant principalement en un flotteur indépendant et en une pointe mobile commandée par la vis.

» Ces instruments permettent d'apprécier les variations de niveau des bassins nos 1 et 3 à moins de $\frac{1}{10}$ de millimètre près, mais à une condition cependant que les expériences préliminaires de 1875 firent connaître : c'est que les petites vagues produites par le vent à la surface de l'eau dans ces deux bassins ne s'étendent pas jusqu'aux chambres des appareils. Je suis parvenu à arrêter d'une manière absolue la propagation de ces ondes qui auraient gêné la lecture sur l'instrument du bassin n° 3, le rétablissement du contact dans celui du bassin n° 3, en faisant communiquer la chambre de chaque appareil avec le bassin correspondant au moyen d'un tuyau en

plomb qui descend jusqu'au fond du bassin, au centre duquel il se divise en quatre branches terminées par de petites pommes d'arrosoir ou par des pointes effilées en cuivre. Le succès obtenu est tel qu'en frappant avec un bâton la surface de l'eau dans le bassin n° 1, par exemple, de manière à y soulever des vagues artificielles hors de toute proportion avec celles formées par le mistral le plus violent, le niveau de l'eau reste rigoureusement invariable dans la chambre de l'appareil et que le fléau multiplicateur conserve une immobilité parfaite.

» Les instruments employés dans les expériences faites à Arles sur l'évaporation comprennent, en outre, un thermomètre à pinceau Janssen pour déterminer la température de l'eau dans les couches supérieures des bassins nos 1 et 3 et un atmismomètre ou évaporomètre Piche installé à proximité des bassins, pour en comparer les indications avec les résultats des observations directes.

» Les expériences faites pendant les dix derniers mois de l'année météorologique 1876 et pendant les six années 1877-1878-1879-1880-1881-1882 établissent qu'à Arles, dans les conditions ci-dessus définies :

» 1° L'évaporation annuelle, mesurée dans des bassins de 9^{mq} de superficie et de $0^m,50$ à $1^m,50$ de profondeur d'eau, est en moyenne de $1^m,05$ seulement, alors que l'atmismomètre Piche accuse une évaporation moyenne de $2^m,20$, déjà inférieure à celles indiquées par Cotte et par Vallès; ces dernières sont deux fois et demi plus grandes que l'évaporation mesurée dans les bassins.

» 2° L'évaporation mensuelle mesurée dans les bassins a varié entre un minimum que l'on peut considérer comme nul et un maximum de $0^m,200$; en fait, elle a toujours atteint son maximum dans le mois de juillet.

» 3° L'évaporation diurne a atteint son maximum de $14^{mm},4$ le 31 juillet 1878 dans le bassin n° 1 et son maximum de 14^{mm} le même jour dans le bassin n° 3; elle est, en moyenne, de 3^{mm} tout au plus. »

M. L. Lalanne, en présentant cette Note à l'Académie au nom de l'auteur, ajoute les considérations suivantes :

« La question relative à l'évaporation qui peut se produire annuellement à la surface d'une grande nappe d'eau, vers la frontière méridionale de la Tunisie, est une de celles qui ont le plus préoccupé la grande Commission qui a siégé au Ministère des Affaires étrangères, en 1882, pour

l'examen du projet de mer intérieure présenté par M. le Commandant Roudaire. Quoique opérant à une latitude beaucoup moins méridionale, M. Alfred Salles a obtenu des résultats qui méritent d'être connus et contrôlés, à cause du soin avec lequel les expériences paraissent avoir été faites et qui sont, d'ailleurs, plus faibles qu'on ne le croit généralement.

» Il est intéressant d'ajouter qu'un autre ingénieur, dont le nom est bien connu de l'Académie, M. Ribaucour, opérant sur le bassin de Saint-Christophe, qu'il achève actuellement pour le compte de la ville de Marseille, bassin de plus de 19^{ha} de superficie, dont la profondeur a varié de $1^{m},50$ à 20^{m}, a trouvé pour un jour, à la suite d'expériences sérieuses, *des résultats d'une petitesse surprenante*.

» Ces expériences donnent un intérêt nouveau aux réflexions faites par notre Confrère, M. Jamin, dans la séance du 4 juin dernier. Si, comme il le pense, le problème de l'évaporation est résolu sur une petite surface, il ajoute avec raison qu'il ne l'est pas sur une étendue considérable de liquide salé ou non, et que c'est pourtant la question qu'il serait utile de traiter. »

M. **Hébert**, en offrant à l'Académie, au nom de l'auteur, M. *de Koninck*, membre de l'Académie royale de Belgique, le quatrième fascicule de la « Faune carbonifère de Belgique », présente les observations suivantes :

« La période carbonifère est remarquable, entre toutes les autres périodes géologiques, par les preuves nombreuses qu'elle fournit d'une température uniforme à la surface de la terre. A partir de ce moment, le refroidissement du globe a été plus rapide vers les pôles que dans les régions équatoriales. L'uniformité de température pendant la période carbonifère résulte de la similitude ou même de l'identité des espèces végétales qui croissaient sous toutes les latitudes, identité que l'on a constatée jusqu'au 80e degré de latitude nord ; mais l'étude des animaux marins, dont les débris sont enfouis dans les sédiments calcaires de cette époque, conduit à la même conclusion. Or, on peut dire que c'est surtout à M. de Koninck qu'est dû ce dernier résultat. Ce savant éminent s'est, depuis plus de quarante ans, plus spécialement consacré à l'étude de la faune carbonifère. La publication qu'il poursuit en ce moment donne les descriptions et les figures de plus de 700 espèces, à savoir : 43 Poissons, 167 Céphalopodes et 499 Gastéropodes.

» Dans des travaux antérieurs, il a fait connaître les Crustacés, les *Productus*, les *Chonètes*, les Crinoïdes, etc.

» La Belgique n'a pas seule fourni à M. de Koninck des matériaux d'études comparatives; il a eu à sa disposition toutes les collections recueillies dans les autres régions de l'Europe : France, Iles Britanniques, Allemagne, Russie, etc. Tout ce qui a été rencontré de fossiles carbonifères dans les régions lointaines (Inde, Nouvelles-Galles du sud, Spitzberg, etc.) a été soumis à sa haute compétence; et c'est ainsi que l'étude des animaux est venue établir, d'une manière certaine, l'uniformité de température de toutes les mers de cette époque. »

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 juillet 1883.

Nouvelles remarques sur la momenclature botanique; par M. Alph. de Candolle. Genève, H. Georg, 1883; br. in-8°.

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la 11e *session. La Rochelle* 1882. Paris au secrétariat de l'Association, 1883, in-8° relié. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Annales du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique; t. VIII : *Faune du calcaire carbonifère de la Belgique;* 4e Partie : *Gastéropodes, par* L.-G. de Koninck (suite et fin) (texte et planches); t. X : *les Arachnides de Belgique; par* L. Becker; 1re Partie (texte et planches). Bruxelles, F. Hayez, 1882-1883; 4 vol. in-4°.

L'osmose et l'osmogène Dubrunfaut, dans la fabrication et le raffinage des sucres; par H. Leplay. Paris, 10, rue de Louvois, 1883; in-8°.

Traité de Zoologie; par C. Claus, 2e édition française, par G. Moquin-Tandon; fasc. VII, p. 961 à 1120. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Herbier des hépatiques de France; fasc. VI (n°s 126-150); *par* T. Husnot. Cahan, par Athis (Orne), 1883; in-8°.

Eléments de physique médicale; par C.-M. Gariel et Desplats, précédée d'une préface par M. Gavarret; fasc. I et II, p. 1 à 320. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Die Flora des Bernsteins, etc.; von H.-R. Goeppert und A. Menge, erster Band. Dantzig, 1883; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 juillet 1883.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. CVI. Paris, Imp. nationale, 1883; in-4°.

Ministère de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics. Enquête agricole; 2e série. *Enquêtes départementales,* 13e *circonscription : Bas-Rhin, Haut-Rhin.* Rapport de M. Eug. Tisserand. Paris, Imp. impériale, 1867; in-4° relié.

Annales de l'Institut national agronomique; 1re année; 1876-1877, n° 1. *Rapport général à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce; par* M. E. Tisserand. Paris, 1878; in-8° relié.

Rapports publiés par le Ministère de l'Agriculture et du Commerce. Direction de l'Agriculture, 1874. *L'Agriculture à l'Exposition universelle de Vienne; par* M. E. Tisserand. Paris, G. Masson, 1874; in-8° relié.

De l'action du froid sur le lait et les produits qu'on en tire; par M. E. Tisserand. Paris, Imp. Gauthier-Villars, 1876; br. in-8°. (Extrait des *Annales de Chimie et de Physique.*)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PASSAGE DE VÉNUS DU 6 DÉCEMBRE 1882.

RAPPORTS PRÉLIMINAIRES.

Ces Rapports, déposés successivement au Secrétariat de l'Académie par chacun des Chefs de Mission, au retour de l'expédition qu'il avait dirigée, ont été réunis en un seul Fascicule, par décision spéciale de la Compagnie.

MEMBRES DE LA COMMISSION :

MM. Dumas, Secrétaire perpétuel de l'Académie, *Président*.
Bertrand, Secrétaire perpétuel de l'Académie, *Vice-Président*.
L'Amiral Paris, Membre de la Section de Géographie et Navigation, *Secrétaire*.
Faye, membre de la Section d'Astronomie.
Janssen, »
Lœwy, »
L'Amiral Mouchez, »
Tisserand, »
Wolf, »
L'Amiral Jurien de la Gravière, Membre de la Section de Géographie et Navigation.
Dupuy de Lôme, Membre de la Section de Géographie et Navigation.
D'Abbadie, »
Yvon Villarceau, »
Le Colonel Perrier, »
Puiseux, membre de la Section de Géométrie.
Fizeau, membre de la Section de Physique.
Cornu, »

COMPOSITION DES MISSIONS ORGANISÉES PAR L'ACADÉMIE.

Ile d'Haiti.

D'Abbadie, Membre de l'Institut.
Callandreau, Astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris.
Chapuis, Lieutenant de vaisseau.

Mexique.

Bouquet de la Grye, Ingénieur hydrographe de la Marine.
Héraud, Ingénieur hydrographe de la Marine.
Arago, Lieutenant de vaisseau.

Martinique.

Tisserand, Membre de l'Institut.
Bigourdan, Astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris.
Puiseux, Aide-Astronome à l'Observatoire de Paris.

Floride.

Le Colonel Perrier, Membre de l'Institut.
Le Commandant Bassot.
Le Capitaine Defforges.
Tourenne, Photographe.

Santa-Cruz de Patagonie.

Fleuriais, Capitaine de frégate.
Le Pord, Lieutenant de vaisseau.
De Royer de Saint-Julien, Lieutenant de vaisseau.

Chili.

De Bernardières, Lieutenant de vaisseau.
Barnaud, Lieutenant de vaisseau.
Favereau, Enseigne de vaisseau.

Chubut.

Hatt, Ingénieur hydrographe de la Marine.
Leygue, Lieutenant de vaisseau.
Mion, Sous-Ingénieur hydrographe de la Marine.

Rio-Negro.

Perrotin, Astronome, Directeur de l'Observatoire de Nice.
Tessier, Lieutenant de vaisseau.
Delacroix, Lieutenant de vaisseau.
Guénaire, Photographe.

Cap Horn.

Courcelle-Seneuil, Lieutenant de vaisseau.
Payen, Lieutenant de vaisseau.
Lephay, Lieutenant de vaisseau.
Le Dr Hyades, Médecin de la Marine.
Le Cannelier, Enseigne de vaisseau.

Bragado.

Édouard Perrin, Lieutenant de vaisseau.
Fernando Ortiz, Élève-Ingénieur de l'Université de Buenos-Ayres.
Carlos Echague, Élève-Ingénieur de l'Université de Buenos-Ayres.

MISSION DE L'ILE D'HAITI.

MM. **D'Abbadie**, Membre de l'Institut.
Callandreau, Astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris.
Chapuis, Lieutenant de vaisseau.

« Pétionville, le 16 décembre 1882.

» Monsieur le Président,

» Depuis quelques jours le ciel, toujours serein le matin, sauf de rares nuages à l'horizon, se couvrait, ou à peu près, vers 2^h du soir. Heureusement le 6, et par exception, il resta serein toute la journée.

» J'avais essayé le point (de la lunette) tant sur les étoiles que sur une tache du Soleil et je l'avais trouvé, à plusieurs reprises, fort satisfaisant par $36^{mm},2$ de l'échelle tracée sur le tube. Lors du passage ce point me sembla bon à l'entrée de Vénus, car je dictai alors la remarque que ses bords étaient bien nets. Toute la lunette était restée exposée au soleil depuis 7^h du matin. A $7^h 55^m$ le thermomètre-fronde donnait $23^\circ,4$ pour la température de l'air.

» *Premier contact.* — Je manquai l'observation du premier contact.

» M. Aymar de la Baume-Pluvinel, jeune volontaire qui voyageait à ses frais, s'était joint à ma mission. Entre autres services qu'il me rendit, il avait déposé sur l'objectif de ma lunette une argenture un peu forte, mais convenable à ma vue fatiguée. Néanmoins, le 5 du mois actuel, je voyais le jour entre deux fils écartés de $1''$ d'arc, selon les lectures du micromètre, et, à ma surprise, cette séparation persistait en pointant sur le Soleil, non seulement dans le clair du prisme obscurcissant, mais même dans son extrémité la plus sombre. Toutefois je distinguais vaguement, à travers ce verre obscur, le marbré du Soleil, mais j'y voyais nettement quelques facules.

» Vénus était entrée à demi sur le disque solaire quand je dictai à mes aides la remarque : « Bords de Vénus bien nets ». Trois minutes plus tard, j'ajoutai que cette planète avait les bords pourpres, le Soleil étant bien blanc. La moitié du pourtour (toute la partie visible) de Vénus me semblait pourpre, son centre étant d'un gris clair. Cette teinte pourpre était plus étendue du côté de l'ouest apparent.

» D'après les états des chronomètres, tels que M. Callandreau me les a

fournis, le chronomètre 4506 de Dent, lu par mon aide principal, a avancé de $1^s,2$ depuis $6^h 52^m 19^s$ du matin jusqu'à $7^h 49^m 49^s$ du soir. Il en résulte que cette montre avançait de $0^s,093$ par heure. Cette quantité étant bien au-dessous des erreurs d'observation, j'en tiens compte pour les heures des contacts seulement. Même là ce scrupule est évidemment superflu. Ailleurs, je vais appliquer aux heures du chronomètre Dent (mises entre parenthèses) leur avance de $5^h 0^m 24^s,2$ trouvée avant 7^h du matin. Les heures sans parenthèses donnent le temps moyen à Pétionville.

» Mon second aide était un étudiant haïtien et lisait le chronomètre sidéral A qui retardait de $0^s,27$ par heure et servait de contrôle pour vérifier les indications du chronomètre Dent. Un troisième aide notait en outre les minutes sur une montre ordinaire.

» A ($2^h 27^m 45^s$) $21^h 27^m$, toute la partie de Vénus en dehors du Soleil était entourée d'un croissant de lumière gris-perle : j'en estimai alors la plus grande largeur à 2″. Ce croissant avait ses cornes appuyées sur le Soleil de chaque côté, et, après avoir vu cette lumière dans la partie moyenne du verre obscur, j'ai pu l'apercevoir dans son bout le plus sombre.

» A ($2^h 29^m 25^s,8$) $21^h 21^m$, les deux cornes de Vénus ont paru sensiblement arrondies.

» A ($2^h 30^m 12^s,6$) $21^h 29^m 49^s$, la corne du côté de l'est apparent parut entamée par une pointe large et obscure, mais moins sombre que le centre de la planète. Le croissant extérieur (ou atmosphère?) restait toujours visible en dehors du Soleil. Venus était alors pourpre à l'ouest et bordée d'une nuance de jaune à l'est (apparents).

» A ($2^h 33^m 32^s$) $21^h 33^m$, je vis ces fausses images, terminées en pointe, qu'on a représentées dans le *Transit of Venus*, London, 1881, à la *fig.* 1, vis-à-vis de la page 43, le côté gauche de cette figure s'approchant davantage de ce que j'ai vu. Dans nos exercices au passage artificiel, M. de la Baume et moi avons vu souvent ces apparences. Elles étaient alors d'autant plus fréquentes que les images étaient rendues plus confuses par l'évaporation du matin à la surface de la terre.

» *Deuxième contact.* — A ($2^h 34^m 1^s,2$) $21^h 33^m 37^s$, je notai le deuxième contact.

» A ($2^h 34^m 15^s,4$) $21^h 33^m 51^s$, contact de l'extérieur du croissant lumineux de Vénus avec le bord du Soleil.

» A ($2^h 34^m 31^s,0$), $21^h 34^m 7^s$, premier filet de lumière du Soleil vu entre la planète et le ciel; je regrette d'avoir à donner ainsi trois instants différents pour le second contact; mais j'ai noté ce que j'ai vu ou cru voir.

» Jusqu'alors, j'avais employé l'oculaire qui grossit cent fois. A ($2^h 35^m 18^s$) $21^h 35^s$, je le remplaçai par l'oculaire à prismes : il grossit cent cinquante fois. Puis, je mesurai par les prismes les distances des bords. J'avais renoncé à mesurer celles des cornes, parce qu'elles étaient mal définies à leurs pointes.

Prismes.	h m s	h m s	Mesures des prismes. ″
1er....................	(2.38.58,3)	21.38.35	1er...... 10,13
2e....................	(2.40.25,2)	21.40. 1	2e....... 15,7
3e (images très ondulantes).	(2.41.58,7)	21.41.34	3e....... 20,8
4e....................	(2.43.26,5)	21.43. 2	4e....... 26,5
5e....................	(2.44.17,4)	21.43.53	»
6e....................	(2.46. 7,9)	21.45.44	»

et mieux à ($2^h 46^m 11^s,3$).

» Je manquai les mesures par les autres prismes.

» Comme il me semblait important de déterminer les angles des prismes dans les mêmes conditions de point et de température, j'obtins les quatre résultats provisoires ci-dessus. Ma vue étant fatiguée, je renonçai aux autres prismes; je les mesurerai plus tard.

» J'essayai ensuite de mesurer des distances de Vénus au bord rapproché du Soleil; mais, ce dernier étant fort tremblotant, je ne reproduis pas ces mesures.

» Comme un contrôle indépendant de l'état des montres pouvait être utile, j'observai le passage du premier bord du Soleil à la lunette méridienne. Voici les moments notés au chronomètre de poche Dent 4506 :

Soleil, 1er bord.	h m s	Vénus.	h m s	Vénus.	h m s
Fil 1..	4.50. 0,6	Fil 3. 1er bord..	4.51.31,4	Fil 6. 1er bord..	4.52.12,7
Fil 2..	4.50.14,0	Fil 3. 2e bord..	4.51.35,8	Fil 6. 2e bord..	4.52.17,0
Fil 3..	4.50.28,4	Fil 4. 1er bord..	4.51.45,4	»	»
Fil 4..	4.50.43,0	Fil 4. 2e bord..	4.51.49,5	»	»
Fil 5..	4.50.57,0	Fil 5. 1er bord..	4.51.59,1	»	»
Fil 6..	4.51.10,6	Fil 5. 2e bord..	4.52. 3,2	»	»

» La moyenne de mes durées du passage de Vénus aux fils de la lunette méridienne est $4^s,2$ au lieu des $4^s,54$ données par les Éphémérides; mais la lunette est petite et je dictais les instants à un aide qui ne peut répondre de $0^s,2$. J'avais laissé les grands chronomètres, deux à M. Callandreau et un à M. Chapuis pour noter les instants de ses photographies.

» Après avoir comparé mes chronomètres de poche A et D, tant entre eux qu'aux deux pendules, je retournai à l'équatorial.

» (6^h31^m) 1^h31^m. Vénus est bleue tout autour. Je dois ajouter ici qu'une des personnes qui m'aidaient, et qui est très méticuleuse à comparer et nuancer les couleurs, appelle *violet* ce que je nommais, plus haut, *pourpre*. C'est ce qu'elle a décidé après avoir examiné à ma lunette Vénus projetée sur le Soleil. A 1^h31^m, je notai que le bleu de la planète était plus large du côté du N.-O. apparent. J'attribue ces couleurs à l'argenture de la lunette; mais, tout en y attachant peu d'importance, j'ai cru devoir les noter.

» A 1^h32^m, je dus changer le point, car la distance focale s'était sensiblement raccourcie; jusqu'ici le foyer était à 36,2 de la division en millimètres dont le commencement est du côté de l'oculaire. Je dus diminuer de 2^{mm},2 et porter le foyer d'abord à 34^{mm},5, puis à 34^{mm},0. Je me demande si ma vue est fatiguée et me rappelle qu'autrefois j'avais une faculté d'accommodation très grande.

» A (6^h47^m) 1^h47^m, le cercle bleu de Vénus semble diminué en largeur.

» Pour la sortie de la planète, j'ai tâché de mesurer les distances des bords au moyen des prismes biréfringents, et je pense avoir mieux observé de cette façon que lors de l'entrée. Voici ces mesures :

Prismes.	h m s	h m s	Prismes.	h m s	h m s
8........	(7.43.28,8)	2.43. 5	4........	(7.50.52,8)	2.50.29
7........	(7.45.11,9)	2.44.48	3........	(7.52.21,4)	2.51.57
6........	(7.47.15,0)	2.46.51	2........	(7.54. 9,5)	2.54.45
5........	(7.49.12,0)	2.48.48	1........	(7.55.37,3)	2.55.13

» A ($7^h56^m40^s$) $2^h56^m16^s$, Vénus a un croissant d'un violet brun léger du côté du contact qui va arriver. Le Soleil et Vénus ont les bords ondulants.

» A (7^h58^m) 2^h58^m, je revois les fausses images notées à 9^h33 avant le deuxième contact.

» *Troisième contact.* — A ($7^h59^m4^s$,8) $2^h58^m40^s$, troisième contact, très ondulant et difficile à bien observer.

» A ($8^h2^m4^s$,6) $3^h1^m40^s$, bords des deux astres toujours tremblotants.

» A ($8^h9^m0^s$) $3^h8^m35^s$, bord de Vénus devenu plus flou.

» *Quatrième contact.* — A ($8^h18^m50^s$,6) $3^h18^m26^s$, quatrième ou dernier contact. A ($8^h18^m54^s$) $3^h18^m29^s$, le quatrième contact me semble avoir eu lieu. Le temps écoulé depuis le troisième contact fait voir que le quatrième a été noté beaucoup trop tôt, mais j'ai cru devoir conserver ce qui a été écrit à Pétionville.

» A 3^h40^m, la température de l'air au thermomètre fronde est de 27°,0.

» Après le troisième contact, je cherchai à voir le croissant (atmosphère?)

de Vénus hors du Soleil, mais je ne pus rien distinguer. Je me sentais très fatigué. M. de la Baume, qui observait avec l'objectif (argenté par lui) de M. Perrier, vit cette lumière alors. Je ne l'ai plus aperçue après 2^h56^m.

» Comme il y avait une immersion du troisième satellite de Jupiter neuf heures après le dernier contact de Vénus et du Soleil, je l'observai avec mon objectif *désargenté*, et je constatai la présence d'une fausse lueur perpendiculaire à la ligne des satellites. Au lendemain, je trouvai l'oculaire couvert intérieurement de gouttes d'eau. Il en était de même de l'objectif, et les fils du micromètre portaient des gouttes d'eau çà et là. Deux d'entre eux étaient détraqués. M. de la Baume eut la complaisance de démonter et sécher le micromètre et réussit à remplacer les fils emmêlés. Il est bon d'ajouter que le tube de ma lunette est en bois et que son intérieur porte des moisissures *anciennes*, prouvant ainsi que l'inconvénient signalé ici avait déjà eu lieu ailleurs. Un tube en métal n'aurait pas autant emmagasiné l'échauffement de son air intérieur comme un tube en bois a dû le faire.

» Il est bon d'ajouter que, en observant à minuit la planète Jupiter, je conservai le point 34,0 qui m'avait servi à voir les deux derniers contacts, et que je vis alors non seulement la large bande de Jupiter, mais encore les trois ou quatre autres, qui étaient plus faibles. Ceci prouve que le point 34,0 était bien encore celui de la lunette, dont l'intérieur était probablement resté échauffé par l'exposition au soleil de la journée.

» Cette lunette avait une ouverture de $0^m,21$. Je n'y vis pas une trace du phénomène dit *goutte noire* ou *ligament*.

» La persistance de la fièvre jaune à Port-au-Prince ne permit pas au paquebot français d'y prendre des passagers en décembre dernier. Nous nous consolâmes de ce contre-temps, M. Callandreau en observant la Lune au méridien, M. de la Baume et moi en observant quinze éclipses des satellites de Jupiter et neuf occultations d'étoiles par la Lune, les nuages nous en ayant dérobé beaucoup d'autres. Avant de quitter Pétionville, j'y pris quelques séries d'oscillations d'un pendule observé l'an dernier à Paris : j'ai recueilli en outre les éléments du magnétisme terrestre en trois stations d'Haïti, une de l'île Puerto-Rico et deux dans celle de Saint-Thomas. Avant de nous embarquer sur le paquebot de notre compagnie transatlantique, qui a été si désintéressée pour la mission d'Haïti, j'ai fait quelques opérations de géodésie expéditive pour relier la côte à Pétionville et rendre ainsi utile aux marins une longitude que nous espérons avoir bien déterminée. Cette opération a été difficile : la côte est malsaine pour les Européens ; une pluie abondante avait détrempé le sol et, dès qu'on a quitté

le rivage, l'abondance de la végétation et la nature tourmentée du terrain empêchent de mesurer une longue base.

» ANTOINE D'ABBADIE. »

« Pétionville, le 15 décembre 1882.

» Passage de Vénus sur le Soleil, observé le 5-6 décembre, à Pétionville, près de Port-au-Prince, à l'équatorial de $16^{\rm cm}$; latitude : $18°31'11''$; longitude approchée : $4^{\rm h}58^{\rm m}5^{\rm s}$, avec une erreur possible de $5^{\rm s}$.

» *Conditions d'observation :* temps magnifique; objectif excellent.

» Bonne mise au point, vérifiée souvent pendant le passage sur les bords du Soleil et de Vénus, les granulations et les taches. Grossissement de 150. Oculaire bien centré et images le plus près possible de la croisée des fils marquant le centre du champ.

» Argenture très faible; coin de verre donnant un éclairement moyen; granulations du Soleil toujours bien visibles.

Extrait des Notes prises sous ma dictée par deux personnes et complétées dans la demi-heure suivant chaque observation [1].

Premier contact manqué.

Deuxième contact.

Compteur T. M. 81 Gannery.	Chr. sidéral. 308 Leroy.	
$2^{\rm h}.34^{\rm m}.21^{\rm s}$	$15^{\rm h}.25^{\rm m}.59^{\rm s}$	Fin des mesures micrométriques. Images nettes. On aperçoit toujours l'auréole de Vénus. Granulations parfaitement visibles. Cornes très nettes. Légères ondulations. L'auréole de Vénus s'étend *maintenant* à droite et à gauche. *Le centre de Vénus est plus noir que les bords faiblement teintés en violet.* Légères ondulations. L'auréole est plus sensible. Bonnes images.
2.38.27	15.30.9	Les deux bords paraissent vouloir se séparer, *comme si Vénus faisait effort pour s'arracher du bord du Soleil; apparence de franges blanches et noires d'interférence vers les deux cornes; cette apparence s'affaiblit. Toute apparence de contact est encore éloignée.*
2.39.23	15.31.2	Instant du contact. *L'auréole s'est affaiblie. Les deux pointes se joignent nettement.*
2.39.29	15.31.9	Planète sans doute entrée; un petit filet, *instable et variable blanc et noir,* restant entre les bords?

(1) Les passages soulignés indiquent les Notes complémentaires.

Compteur T. M. 81 Gannery.	Chr. sidéral. 308 Leroy.	
h m s 2.39.34	h m s 15.31.14	Planète certainement entrée; *depuis* 6s *ou* 7s *et même plus, par comparaison avec l'appareil artificiel.*

Troisième contact.

	20.45.25	Image de Vénus plus foncée au centre qu'aux bords; les bords sont teints en violet. Granulations du Soleil bien visibles; bonnes images. Quelques petites trépidations dans le bord du Soleil, ondulations très sensibles par instants; puis les images reviennent bonnes. Bord de Vénus très net. *A l'approche du contact, du jaune vient augmenter entre les bords.*
8. 3.51	20.56.24	Vestige, *blanc et noir, fugitif et ondulant* entre les bords, *description analogue à l'entrée.*
8. 3.56	20.56.29	Contact : *le segment lumineux se rompt en se courbant.*
8. 3.58	20.56.31	Elle est sans doute sortie ?
8. 4. 9	20.56.39	La planète est légèrement sortie du Soleil, on voit l'auréole.

Quatrième contact.

8.19.50	21.12.26	Fin des mesures micrométriques. Légères ondulations.
8.23.45	21.16.21	La planète mord encore *très sensiblement. On remarque que les parties voisines des cornes sont plus éclairées et en avant comme parfois sur les images de la Lune les sommets des montagnes.*
8.23.50	21.16.26	Il y a des proéminences de chaque côté de la coupure.
8.23.56	21.16.32	Id.
8.24. 3	21.16.39	Id.
8.24.11	21.16.47	Id.
8.24.28	21.17. 4	Contact : *le moment où, les proéminences ayant disparu, la continuité du bord est rétablie.*

» *Etats et comparaisons des chronomètres.* — Pendant la durée du passage, la pendule Bréguet, qui possède une bonne marche, a joué le rôle de garde-temps; on a pris quatre groupes de comparaisons entre la pendule Breguet, le chronomètre Leroy et le compteur Gannery.

» Le matin et le soir du jour du passage, on a fait des observations méridiennes en vue d'obtenir l'heure et l'azimut; la collimation a été déterminée.

» Les états suivants des chronomètres résultent d'une réduction provisoire :

Chronomètre sidéral. 308 Leroy.	Compteur T. M. 81 Gannery.
Le 5, à 11^h,6, avance de 55^m.48^s,6	Le 5, à 23^h.9, avance de 5.5.13,2
Le 6, à 3,5 » 55.50,5	Le 6, à 12.9, » 5.5.14,5

ce qui donne :

Heures des contacts observés, temps moyen du lieu.

	Compteur.	Chr. sidéral.
1er contact, déc. 5..........	Manqué.	Manqué.
	h m s	h m
2e » »	21.34. 9	21.34. 9
3e » déc. 6..........	2.58.42	2.58.42
4e » »	3.19.14	3.19.13

» O. CALLANDREAU. »

« Pétionville, le 16 décembre 1882.

Photographie.

» Le 6 décembre 1882, il a été pris 194 photographies à la gélatine, 22 photographies au collodion humide, pendant le passage de Vénus sur le Soleil.

» M. Léon Laforestrie, ingénieur du gouvernement haïtien, notait l'heure au chronomètre Dumas chaque fois que la trappe tombait.

» Le chronographe enregistrait les mêmes instants, mais la pendule à interrupteur électrique, prêtée par le P. Weik, n'ayant pas une marche régulière, les heures du chronographe ont seulement servi de contrôle pour les heures du chronomètre.

» *Le lieutenant de vaisseau attaché à la mission du passage de Vénus,*

» E. CHAPUIS. »

Opérations photographiques. Appareil à long foyer. Note de M. A. DE LA BAUME-PLUVINEL.

« L'instrument que j'ai employé pour photographier le passage de Vénus consistait en un miroir concave fixe vers lequel un héliostat mobile réfléchissait les rayons solaires. Ce miroir concave avait un foyer assez long pour donner, sans appareil amplificateur, une image du Soleil de 94^{mm}

environ de diamètre. Comme on le voit, cet appareil ne diffère de l'instrument des astronomes américains que par la substitution d'un miroir concave à l'objectif photographique. Dans ces conditions, il n'y a plus à craindre les défauts d'achromatisme que peut présenter une lentille, et la perfection de l'image dépend seulement du travail de deux surfaces de verre.

» Le miroir de l'héliostat avait 21^{cm} de diamètre et était monté dans un barillet à jour, afin que ses deux surfaces fussent soumises en même temps aux mêmes influences atmosphériques. Ce barillet était porté à l'extrémité d'un axe dirigé dans le plan méridien et incliné de manière qu'il était possible de suivre sensiblement le Soleil en imprimant à cet axe seulement un mouvement de rotation sur lui-même. L'héliostat était placé contre la cloison sud de la cabane photographique, tandis qu'à 9^{m} de là, dans la direction du méridien, se trouvait le miroir concave. Ce miroir, en verre argenté, avait 16^{cm} de diamètre et $9^{m},80$ de distance focale; il était monté, comme celui de l'héliostat, dans un barillet à jour.

» Les rayons lumineux, après leur seconde réflexion sur le miroir concave, pénétraient dans la cabane photographique à peu de distance de l'héliostat et venaient former l'image du Soleil sur la glace sensible contenue dans le porte-plaque. Une coulisse percée d'une fente verticale et se mouvant par l'action d'un caoutchouc limitait l'exposition de la plaque. Un réticule formé de dix fils d'araignée se croisant à angles droits était placé à 2^{mm} en avant de la glace sensible et se trouvait ainsi photographié en même temps que le Soleil. Afin de diminuer l'influence des ondulations atmosphériques qui prenaient naissance au contact du sol échauffé, j'ai placé sur le trajet des rayons lumineux, entre les deux miroirs, un tube de bois recouvert en chaume.

» Pendant la durée du passage, 126 plaques ont été exposées; 93 de ces plaques avaient été préparées, quelques jours avant le phénomène, par le procédé connu sous le nom d'*émulsion au bromure d'argent*. Les 33 autres plaques ont été préparées pendant le passage par le procédé au collodion humide.

Observations des contacts à la lunette de M. le colonel Perrier. Note de M. A. de la Baume-Pluvinel.

Ouverture libre de l'objectif..................	80^{mm}
Longueur focale de l'objectif..................	680
Grossissement employé......................	80

« La lunette de M. le colonel Perrier avait été établie, le jour du passage, à 170^{m} environ du pilier de la lunette méridienne, dans la direction S.-S.-O. Elle était abritée contre le vent par une petite cabane en chaume qui me préservait en même temps contre les rayons du Soleil. Dans le même but et afin d'éviter les reflets des objets environnants, j'avais placé un large disque de carton autour de l'objectif et un disque plus petit autour de l'oculaire. En outre, l'objectif avait subi l'opération de la demi-argenture deux jours avant le passage. Les tops ont été enregistrés électriquement à l'aide d'une ligne télégraphique qui reliait la cabane de la lunette au chonographe Bréguet. Afin de mieux assurer l'inscription du temps, deux aides étaient placés derrière moi; l'un d'eux, M. Roumain, notait sur une montre à secondes les instants des tops, tandis que l'autre, M. Duchêne, écrivait sous ma dictée les observations correspondant à chacun de ces tops.

» *Deuxième contact.* — Je n'ai pas cru devoir observer le premier contact externe; car, la lunette n'étant pas munie d'un micromètre, il aurait été difficile de préciser le point d'entrée de la planète sur le Soleil. J'ai donc préféré m'occuper d'abord des opérations photographiques et ne commencer les observations directes que six minutes avant le deuxième contact.

» Lorsque je mis l'œil à la lunette pour la première fois, c'est-à-dire à $21^{h}26^{m}42^{s}$ (temps moyen du lieu), je vis la partie du disque de la planète extérieure au Soleil entourée d'une auréole grise, un peu violacée, qui se détachait nettement sur le fond du ciel. Cette auréole, assez lumineuse dans le voisinage du Soleil, paraissait plus large du côté gauche que du côté droit et était à peine sensible au sommet de la planète.

» Peu après, à $21^{h}29^{m}42^{s}$, l'auréole s'était complétée et présentait la même largeur dans toutes ses parties. Comprenant que ce phénomène gênerait beaucoup l'observation du contact interne, j'ai essayé de le faire disparaître en employant une partie plus obscure du verre noir. Mais j'ai été

conduit dans cette voie à assombrir tellement le champ de vision que j'ai jugé préférable de remettre le verre dans sa première position.

» Au moment du contact, il s'est formé entre les bords des deux astres une ombre assez forte qui diminuait graduellement d'intensité de part et d'autre du point d'entrée.

» De plus, elle ne s'étendait pas jusqu'au bord de Vénus, car la planète conservait toujours son auréole lumineuse, qui se détachait sur cette ombre comme elle se détachait auparavant sur le fond du ciel.

» A $21^h 33^m 50^s$, il s'est produit un phénomène caractérisé que je crois avoir été dû à une diminution brusque de l'intensité de l'ombre. C'est cet instant que je considère comme correspondant au contact. L'ombre qui s'était formée entre les bords des deux astres existait encore cependant, car j'ai constaté très nettement son existence à $21^h 34^m 17^s$, et elle n'a disparu complètement qu'à $21^h 34^m 45^s$.

» *Troisième contact.* — Au moment du troisième contact, les images étaient très ondulantes. Je mis d'abord au point sur les taches du Soleil, puis sur les bords des deux astres. Le point étant notablement différent dans les deux cas, j'ai adopté celui qui me donnait la meilleure définition des bords.

» Vénus s'est approchée très près du bord du Soleil sans que la moindre trace d'ombre ait été visible, et ce n'est que lorsque le filet de lumière fut réduit à une très faible largeur qu'il s'assombrit subitement, à $2^h 58^m 37^s$.

» Aussi, malgré les mauvaises conditions atmosphériques, l'observation de ce contact a été beaucoup plus satisfaisante que celle du précédent.

» A $2^h 58^m 49^s$, la formation des cornes de l'échancrure était évidente et le contact était certainement passé.

» L'auréole a reparu à la sortie, mais très faiblement et seulement du côté droit. Elle a d'ailleurs cessé peu de minutes après le contact.

» *Quatrième contact.* — J'ai donné un premier top à $3^h 18^m 50^s$, au moment où l'échancrure paraissait se perdre dans les ondulations du bord du Soleil. Mais, ayant remarqué ensuite qu'il subsistait au point de contact une légère dépression, j'ai donné un second top à $3^h 19^m 14^s$.

» C'est cet instant que je considère comme correspondant au contact. »

MISSION DU MEXIQUE.

MM. **Bouquet de la Grye**, Ingénieur hydrographe de la Marine.
Héraud, Ingénieur hydrographe de la Marine.
Arago, Lieutenant de vaisseau.

« Puebla, Fort Loreto, le 16 décembre 1882.

» Monsieur le Président,

» J'ai l'honneur de vous adresser un premier Rapport sur l'observation du passage de Vénus faite au fort Loreto, en me bornant aujourd'hui à noter les principales circonstances de ce phénomène.

» J'ai dû, en effet, après le 6 décembre, et profitant de la bonne volonté des astronomes mexicains, quitter Puebla pour aller à Chapultepec, pendant que MM. Anguiano, Valle et Quintana, directeur et astronomes de cet observatoire, faisant le voyage inverse, venaient me remplacer à la lunette méridienne de Loreto.

» Ce déplacement et ces observations réciproques avaient pour but la détermination de la longitude de notre observatoire par le moyen du télégraphe, et je suis heureux de pouvoir vous indiquer que ce travail accessoire, mais important, est aujourd'hui terminé.

» Il est vrai que, par suite de ce voyage, le temps m'a manqué pour faire les calculs assez compliqués auxquels donne lieu l'observation du 6 décembre : aussi je me bornerai à vous envoyer les chiffres obtenus directement. Ils me semblent avoir déjà par eux-mêmes une assez grande valeur.

» Je vous ai déjà indiqué, Monsieur le Président, que l'état atmosphérique de Puebla semblait devoir être absolument favorable à l'observation du passage de Vénus.

» Pendant les quarante-cinq jours qui ont précédé le 6 décembre, nous avions noté seulement deux journées douteuses; toutes les nuits, sans exception, avaient été étoilées. Aussi eûmes-nous, le 6 au matin, un grand émoi en voyant à l'occident paraître, puis s'élever lentement, une bande de nuages.

» Le fait paraissait absolument anormal; mais, comme le zénith était encore pur et que l'air était calme, nous reprîmes quelque confiance.

» Depuis quelques jours, des communications électriques avaient été

établies entre les cabanes des instruments parallactiques et la chapelle intérieure où était installée notre pendule sidérale ; l'enregistreur fut placé près d'elle et l'on convint de noter à la fois chaque observation, directement au moyen d'un chronomètre et indirectement par contact électrique.

» Nos cabanes étaient d'ailleurs assez éloignées les unes des autres pour que chacun fût absolument isolé, et MM. Ferrari et Santiès, observateurs mexicains auxquels j'avais confié la lunette du Dépôt de la Marine de $0^m,11$ et celle de la Guerre de $0^m,09$, se trouvaient également isolés.

» Les nombres obtenus ont donc une indépendance absolue. Je reviens aux observations :

» Le Soleil se leva dans un ciel très pur à l'Orient; mais, comme ses rayons rasaient le sol près du cerro de Guadalupe, des oscillations assez grandes se firent sentir sur le bord du Soleil vu dans la grande lunette parallactique, et j'eus quelque peine à fixer les fils du micromètre au foyer de l'objectif en me servant d'une petite tache qui venait de paraître dans l'est du disque du Soleil.

» Les granulations et les facules n'avaient point, en ce moment, la même netteté que les jours précédents.

» Le premier contact de Vénus eut lieu à $12^h 31^m 33^s,8$, temps sidéral, et exactement sous le fil du réticule, dont l'angle de position avait été calculé par M. Héraud.

» Ce premier contact ne peut être affecté que de l'erreur attribuable à l'impossibilité de voir nettement une échancrure de moins d'un quart de seconde d'arc, et j'estime, par suite, que l'entrée géométrique doit avoir eu lieu à $0^h 31^m 28^s,8$, sans que l'erreur puisse dépasser cinq ou six secondes.

» Malgré toute mon attention, je ne pus voir Vénus avant son entrée sur le disque; je ne pus même noter, comme en 1874, un affaiblissement graduel de l'atmosphère coronale. Cette différence doit être attribuée à la présence à Puebla d'une poussière fine dans l'air, éteignant quelque peu la netteté des perceptions.

» Aussitôt après l'observation du premier contact, je m'occupai de prendre des mesures au moyen des prismes.

» J'avais vu à Paris qu'il était facile d'introduire ce que j'appelais des mesures indirectes, c'est-à-dire que l'on pouvait noter le moment où le disque dédoublé de Vénus tangenterait à l'entrée le bord du Soleil représenté par un fil d'araignée mobile.

» Six mesures de cette sorte furent prises. Après le troisième prisme,

c'est-à-dire lorsque le disque de Vénus était entré de 18″ dans le Soleil, la planète parut en entier, mais sa portion postérieure était à peine visible.

» Je fis ensuite des mesures de cornes avec trois prismes, et j'attendis pendant quelques secondes le second contact.

» Il eut lieu sans apparence de ligament et je notai trois instants, celui où l'atmosphère de Vénus coupait le disque, un second au moment où le disque oscillait derrière le bord de Vénus comme une étoile polaire derrière un fil et, enfin, l'instant où le bord du Soleil était perçu nettement. Le chronographe et le compteur donnèrent $0^h 51^m 51^s,3$ pour l'instant intermédiaire qui doit être tenu comme celui du contact géométrique.

» Je crois cette observation bonne, mais, en pareille matière, une présomption ne suffisant point, j'ai recherché l'instant de l'entrée avec les six mesures de prismes qui vinrent ensuite, et la résolution d'équations du deuxième degré m'a montré que l'erreur commise ne dépassait pas une seconde; la correction afférente à cette observation ne doit toutefois être proposée qu'après une analyse très exacte de celles qui la précèdent ou la suivent.

» Je note ici qu'avant le deuxième contact Vénus était entourée comme d'un fil d'argent dans sa portion extérieure; j'en mesurai l'épaisseur par comparaison avec celle d'un fil d'araignée, et je la trouvai d'environ 0″,6.

» L'atmosphère de Vénus était donc cette fois apparue très distincte.

» Je continuai ensuite les mesures en me servant à la fois des deux micromètres et du cercle de position : 50 déterminations furent ainsi faites.

» A $14^h 30^m$, je remarquai que l'objectif de la lunette, échauffé par les rayons du Soleil malgré son argenture, donnait des images troubles.

» Avant de modifier le foyer, je pris les angles des six prismes au moyen du micromètre, et cette opération fut réitérée après avoir fixé un nouveau foyer à la division 35^{mm}, c'est-à-dire après avoir enfoncé l'oculaire de $4^{mm},1$.

» A ce moment l'image de Vénus parut très nette, ainsi que la tache du Soleil.

» Je fis alors jusqu'à 17^h des mesures de distances, puis des déterminations du diamètre de Vénus.

» En calculant ces dernières au moyen des valeurs provisoires des divisions du micromètre, j'ai trouvé pour le demi-diamètre équatorial de cette planète 31″,51, et pour le demi-diamètre polaire 31″,30, ce qui accuse un chiffre d'aplatissement dans ce sens bien probable; la netteté des per-

ceptions faisait d'ailleurs bien augurer des autres observations. Je repris alors les mesures de distances, d'abord avec les fils, puis avec les prismes directs.

» Le ciel avait depuis le matin bien changé d'aspect; des nuages gris pommelé le couvraient, mais une brise du nord-ouest en atténuait par instant l'épaisseur, et les rayons du Soleil les traversaient facilement.

» Nous avions donc toutes chances de voir la fin du phénomène dans de bonnes conditions, et effectivement le troisième contact apparut avec une netteté plus grande que le deuxième.

» L'heure qui lui est assignée est de $18^h 19^m 5^s,1$, temps sidéral. Puis vint enfin le quatrième et dernier contact, donné à $18^h 39^m 41^s$, mais 3^s environ après la disparition de toute trace de Vénus.

» Aussi je réduis ce chiffre à $18^h 39^m 38^s,0$.

» Je n'ai pu voir aucune trace de Vénus se projetant sur l'atmosphère coronale après la sortie.

» En somme, les quatre chiffres principaux du phénomène ont été observés ainsi qu'il suit à la lunette parallactique de 8 pouces ($0^m,21$);

	Temps sidéral. h m s	Temps moyen du lieu. h m s
Premier contact.......	12.31.28,8	19.30.28,0
Deuxième contact......	12.51.51,3	19.50.47,2
Troisième contact......	18.19. 5,1	1.17. 7,4
Quatrième contact......	18.39.38,0	1.37.37,0

» Entre le deuxième et le troisième contact on trouve ainsi une durée en temps sidéral de $5^h 27^m 13^s,8$. Mais, je le répète, quoique ces chiffres me semblent inspirer toute confiance, j'estime que leur introduction dans les formules donnant la parallaxe doit être différée jusqu'au moment où leur vérification et l'erreur probable seront déduites de l'ensemble des mesures faites dans la matinée.

» A côté de ces résultats doivent figurer en première ligne ceux de M. Héraud.

» Le procès-verbal de cet officier supérieur, que je vous envoie, note les principales circonstances du phénomène observé par lui avec une grande netteté.

» L'intervalle entre le deuxième et le troisième contact qui résulte de son observation est de $5^h 27^m 16^s,7$, qui ne diffère que de $2^s,9$ de celui qui est porté ci-dessus.

» Cette différence, bien faible et presque inespérée, sera diminuée pro-

bablement lorsque nous aurons fait intervenir l'ensemble des autres mesures.

» Je vous envoie aussi, Monsieur le Président, le procès-verbal de M. Ferrari, qui observait dans le fort avec une lunette de 0^{m}, 11, du dépôt de la Marine.

» Cet ingénieur a bien vu le troisième contact.

» A côté de ces observateurs, opérant à l'aide de lunettes, M. Arago, mon autre collaborateur, qui s'était outillé depuis quelques jours pour faire des photographies, en plaçant dans sa cabane des installations analogues à celles du tir à bord des navires, prenait des séries d'images du Soleil.

» L'organisation de son atelier était si parfaite que, tout en apportant le plus grand soin à la mesure des instants où il prenait des épreuves et à la détermination de la largeur de la fente de l'obturateur, il fut obligé de ralentir son mouvement et d'espacer ses clichés pour pouvoir opérer jusqu'à l'heure de la sortie de Vénus.

» Il a épuisé ainsi tout ce qu'il avait de glaces, soit 340, et j'ai vu avec grand plaisir que les épreuves obtenues pendant la période nuageuse sont aussi mesurables que les premières.

» M. Arago a fini aujourd'hui de déterminer les coordonnées de son réseau de fils, et j'ai grand espoir que de cet autre ensemble considérable de données résultera plus que la confirmation des observations directes.

» En résumé, Monsieur le Président, j'estime que les moyens mis à notre disposition en 1882, moyens bien supérieurs à ceux de 1874, nous ont permis de recueillir des chiffres d'une valeur dépassant celles du précédent passage.

» A côté de ces résultats vont se placer des documents d'un grand intérêt scientifique.

» Je vous ai indiqué que nous venions de nous relier, par des observations télégraphiques, avec l'observatoire de Chapultepec, qui sera relié lui-même, avant un mois, avec Washington. Notre longitude est donc assurée directement; elle le sera indirectement par des observations de culminations.

» La latitude de Loreto est aujourd'hui connue, à quelques dixièmes de seconde d'arc, par les hauteurs que nous avons prises; de nouvelles observations fourniront un coefficient nouveau à la réfraction par des altitudes de 2300^{m}.

» Nous allons faire, demain, des expériences sur la gravité.

» Le séismographe multiplicateur est suivi d'heure en heure et accuse, précisément au moment où j'écris cette lettre, des mouvements prodromes, ou suite d'un tremblement de terre.

» Le magnétisme a été suivi dans ses trois manifestations principales, l'acide carbonique contenu dans l'air mesuré fréquemment, enfin nous nous décidons à aller chercher après-demain, au sommet du Popocatepetl, qui semble d'ici écraser la plaine de Puebla, de l'air pur, des gaz qui sourdent du cratère, et un angle mesuré au théodolite, entre Mexico et Puebla.

» Ce sont toutes choses nouvelles, qui valent bien les difficultés d'une ascension en hiver.

» A la fin de la semaine prochaine, nous reprendrons ici nos observations en commençant l'emballage des instruments.

» Les hommes et nos caisses pourront donc partir par le courrier français du 18 janvier, et nous essayerons d'éviter quelques jours de mer en passant par les États-Unis.

» Je ne puis terminer, Monsieur le Président, sans vous parler de mes collaborateurs. MM. Héraud et Arago m'ont secondé avec un zèle et un dévouement qui ne s'est point ralenti depuis trois mois. Le fort Loreto est devenu une prison volontaire pour eux, et tous leurs moments ont été consacrés à la Science et à la Mission.

» La réussite du 6 décembre a dépendu non seulement du ciel, qui se montra clément, mais aussi des travaux antérieurs que ces Messieurs avaient accomplis, et qui permirent d'être bien préparés pour ce jour-là.

» M. Héraud avait organisé, à 800^{m} du fort Loreto, au fort Guadalupe, un passage artificiel de Vénus qui fut d'un grand secours.

» Mes deux collaborateurs me semblent donc avoir bien mérité de l'Académie, et je suis sûr, Monsieur le Président, que vous voudrez bien appuyer les propositions que j'aurai l'honneur de vous soumettre à mon arrivée.

» Nos maîtres et matelots se sont montrés également dévoués et pleins d'un zèle dont il y aura lieu de tenir compte.

» Nous devons également notre succès à l'assistance qui nous a été donnée de tous les côtés depuis notre arrivée.

» Le Gouvernement mexicain nous a aidés de tout son pouvoir, en faisant poser une ligne télégraphique, en construisant une route, en nous donnant à la fois un fort pour nous abriter, une garde pour notre sûreté, et il y aura lieu de tenir également compte de toutes ces gracieusetés à l'adresse de l'Institut et du Gouvernement français.

» Je termine, Monsieur le Président, cette lettre, en vous priant d'agréer l'assurance de mon profond et respectueux dévouement.

» A. Bouquet de la Grye. »

« Puebla, Fort de Loreto.

Équatorial de 0^m, 16 sur le bastion sud-ouest.

Latitude..................	19° 3′ 23″ N.
Longitude approchée.......	$6^h 42^m 4^s$ / 100° 31′ 0 } O.
Altitude de l'équatorial (centre des mouvements).........	2197^m au-dessus de la mer.

Observateur : M. Héraud.

« L'objectif a été légèrement argenté de manière à empêcher l'échauffement de l'oculaire et à permettre cependant de voir les belles étoiles.

» La mise au point répétée pendant les jours précédents, soit sur les étoiles, soit sur les taches du Soleil aux heures mêmes de l'entrée et de la sortie, correspond presque invariablement à la division 90,1 du tube de l'oculaire.

» Le grossissement employé est de 150.

» L'équatorial n'était pas muni de prismes biréfringents; mais, parmi ceux qui avaient été donnés pour l'équatorial de 0^m,22, deux, les nos 4 et 7, faisaient double emploi, et M. Bouquet de la Grye a bien voulu les disposer pour mon usage sur un verre coloré. J'ai pris toutes les précautions pour les centrer au moment des observations, mais les conditions dans lesquelles j'ai employé ces prismes sont évidemment inférieures à celles qui ont été réalisées dans les équatoriaux de 0^m,22.

» Les heures ont été comptées sur le chronomètre sidéral Winnerl n° 534, battant la demi-seconde, qui a été comparé avant, pendant et après le passage à la pendule sidérale. Les tops donnés ont été contrôlés par le chronographe.

» Les heures données ci-après sont celles du chronomètre.

Procès-verbal de l'observation.

» $5^h 35^m$. Pointé sur le Soleil, le tube oculaire étant à la division 90,1. Le Soleil est bas, l'image est mauvaise, ondulante, bordée de violet et de jaune; les granulations sont visibles, mais peu nettes, les apparences s'améliorent à mesure que le Soleil monte, et aux approches du premier contact les images deviennent très nettes.

» Le cercle de position a été placé de manière à déterminer un point

du bord du Soleil à 34° 20′ à droite de son bord élevé (dans l'image renversée).

» *Premier contact :* $5^h 58^m 50^s$. — Pendant que je cherche vainement à apercevoir le contour de la planète à l'extérieur du Soleil, le bord se déforme imperceptiblement au point marqué par le fil, et je vois le premier contact quelques secondes trop tard. Le top est donné à $5^h 58^m 50^s$.

» La planète ouvre dans le Soleil une échancrure très nette, les irisations du bord ont entièrement disparu.

» Je prends une distance de cornes avec le micromètre, je cherche ensuite à apercevoir à l'extérieur le contour de la planète. Je le vois nettement à $6^h 10^m 3^s,5$.

» *Auréole extérieure :* $6^h 10^m 3^s,5$. — Le disque est complété en dehors du Soleil par une auréole argentée très pâle et sa surface présente même une teinte un peu moins sombre que celle du fond du ciel.

» Cette auréole est plus mince et moins brillante que celle que j'ai vue, en 1874, à Saïgon, dans les mêmes circonstances ; elle est un peu renforcée en épaisseur, sur le côté gauche de l'image, c'est-à-dire vers le bord sud du Soleil. Ce filet augmente tout entier d'éclat à mesure que le contact interne s'approche.

» Je prends au micromètre une mesure du diamètre de la planète coupée ainsi par le Soleil et je trouve à $6^h 13^m 41^s,1$ pour la longueur du diamètre, suivant le rayon du Soleil, 67 parties du micromètre, valant à très peu près 63″,0 (auréole comprise).

» Le croissant est d'ailleurs très net, le contact interne approche insensiblement, et je donne les tops suivants :

» *Deuxième contact :* $6^h 18^m 52^s,5$.

	h m s
Confusion du fil argenté avec le bord du Soleil........	6.18.45,5
Contact géométrique..............................	6.18.52,5
Traces de ligament...............................	6.19. 6,5
Contact largement accompli.......................	6.19.21

» L'auréole, réduite à un cheveu d'argent sans épaisseur, m'a paru se confondre avec le bord du Soleil au premier top ; il s'est produit ensuite un léger trouble et, sept secondes plus tard, les images m'ont paru en contact géométrique, l'interruption du bord du Soleil ayant disparu.

» L'instant qui a suivi, j'ai cru apercevoir entre les bords des astres une ombre légère, non persistante, un battement plutôt, et j'ai donné

le troisième top. Enfin, le quatrième top ne correspond à aucun phénomène particulier, la séparation est nette et l'entrée accomplie largement.

» La planète donne sur le Soleil une image nette sans bordure aucune.

» Je dispose alors le verre bleu portant les deux prismes biréfringents. Je note le contact d'entrée au prisme n° 4 à $6^h 25^m 5^s$ et au prisme n° 7 à $6^h 31^m 25^s$.

» Les angles des prismes sont mesurés immédiatement.

» Je prends ensuite, au moyen du micromètre, une série de distances des bords, par quatre pointés pour chacune.

» $7^h 34^m$. Le Soleil commence à être voilé par des nuages blancs assez épais, et il n'est possible de le voir qu'avec la partie la plus faible du verre coloré.

» J'interromps du reste les mesures micrométriques, dès qu'il n'est plus possible de faire passer les fils fixes du bord du Soleil à ceux de la planète sans employer les deux manettes.

» Vers 8^h, je prends les mesures du diamètre de Vénus suivant le rayon du Soleil et suivant la corde perpendiculaire, et je procède ensuite à des mesures réitérées des angles des prismes n°s 4 et 7.

» $10^h 21^m$. Une heure et demie environ avant l'heure précise de la sortie, je vérifie la mise au point sur une très petite tache voisine du bord est du Soleil, sur le bord de Vénus, et l'oculaire se trouve ainsi placé à la division 90,0.

» Le Soleil continue à être voilé par les nuages qui font varier l'éclat des images.

» $11^h 23^m$. Les bords sont ondulants. Je prends au micromètre plusieurs distances des bords, puis je dispose les prismes pour prendre les contacts de sortie, et je note la sortie au n° 7 à $11^h 34^m 6^s$ et au prisme n° 4 à $11^h 40^m 43^s$.

» Les nuages couvrent le Soleil d'une manière gênante.

» $11^h 43^m$. Je ne distingue plus les bords et j'éprouve des craintes pour l'observation du troisième contact. Heureusement les nuages se dissipent un peu : les images sont très pâles, mais nettes, et je donne les tops suivants :

» *Troisième contact* : $11^h 46^m 5^s$.

	h m s
Filet lumineux très faible	11.46. 1,0
Contact géométrique	11.46. 9,5
Contact accompli	11.46.19,0

» Le phénomène a été net et précis, la réunion des cornes s'est faite normalement, sans indécision; aucune trace de ligament, l'éclairage était très faible.

» Le contour de la planète n'est pas dessiné extérieurement, comme il l'était à l'entrée.

» L'échancrure varie régulièrement. Je place les prismes pour mesurer les distances des bords en définissant le bord du Soleil par un fil du micromètre. Les nuages ne permettent pas l'emploi du prisme n° 7.

» La distance des bords me paraît correspondre au prisme n° 4 à $12^h 1^m 16^s,5$.

» *Quatrième contact:* $12^h 6^m 37^s,5$. — Enfin je suis, autant que le permettent les variations d'éclat causées par les nuages, la sortie de la planète et je note le dernier contact à $12^h 6^m 37^s,5$.

« Puebla, cerro de Loreto.

Lunette Secrétan du Dépôt de la Marine, objectif de $0^m,110$, grossissement : 140.
Chronomètre temps moyen O. Dumas, n° 1150.

Observateur............. M. FERNANDO FERRARI PEREZ
Compteur................ M. ENRIQUE M. IBANEZ

Premier contact extérieur............. $3^h 39^m 0^s,0$

» Doit être beaucoup en retard, parce que l'on n'observait pas le point précis du contact.

Premier contact intérieur............. { $3^h 56^m 50^s,0$ / $3^h 57^m 52^s,4$ }

» La première de ces heures correspond à la prolongation idéale de la planète : la partie cendrée qui était autour de Vénus, auprès du point de contact, mordait encore le bord du Soleil.

» La seconde correspond à la rupture d'une espèce de petite goutte noire qu'on observa ou plutôt à la première apparition d'un filet lumineux bien net entre les limites de Vénus et du Soleil.

Second contact intérieur............. $9^h 23^m 54^s,6$

» Pendant ce contact on n'observa aucune goutte noire, et l'on nota le moment du contact géométrique; bien qu'il y eût beaucoup de nuages, il n'y eut presque aucun doute sur l'heure du contact.

Second contact extérieur............. $9^h 44^m 28^s,0$

» Ce contact a été incertain, parce que, le vent s'étant levé, la lunette vibrait et les bords du Soleil n'étaient plus aussi bien définis qu'auparavant.

Comparaison du chronomètre après les premiers contacts.

	h m s
Pendule	2.2. 0,0
Chronomètre O. Dumas	5.6.45,4
Différence	—3.4.45,4

» Comparaison faite par M. Bouquet de la Grye.

» Puebla de Saragoza, le 6 décembre 1882.

» F. Ferrari Perez. »

» D'après la comparaison ci-dessus, l'état du chronomètre Dumas est de $3^h 53^m 10^s,7$, à ajouter aux heures des tops qui donnent :

Heures des contacts.

	Temps sidéral.	Temps moyen.
	h m s	h m s
Deuxième	1.51. 0,5 1.52. 7,2	19.50. 0,7 19.51. 3,1
Troisième	18.19. 3,0	1.17. 5,3
Quatrième	18.39.39,7	1.37.38,7

» On voit par les notes qui précèdent, notes extraites du carnet d'observations, que l'entrée et la sortie ont été obtenues dans des conditions assez différentes.

» A l'entrée, la hauteur du Soleil était faible (de 13° à 17°), le ciel très pur, les images éclatantes; le contact interne présentait une certaine difficulté d'appréciation.

» A la sortie, le Soleil était près du méridien (hauteur de 44° à 41°), les nuages ne laissaient passer que la lumière strictement nécessaire. Le phénomène a été très net et il n'y avait véritablement qu'une phase susceptible de définir le contact interne.

Corrections des heures.

» Les comparaisons directes du chronomètre employé avec la pendule sidérale ont donné invariablement le chiffre de $5^h 26^m 17^s$ pour l'avance du chronomètre sur la pendule. D'un autre côté, les tops enregistrés par le chronographe en correspondance avec les tops directs donneraient pour la valeur moyenne de la même différence $5^h 26^m 16^s,4$. L'écart entre les deux

chiffres représente la somme de l'équation personnelle de l'assistant qui enregistrait les tops et de celle qui intervenait dans ma façon d'actionner le chronographe. J'adopte le chiffre moyen $5^h 26^m 16^s,7$ pour ramener aux indications de la pendule les tops pris au chronomètre.

» L'état de la pendule sidérale, d'après les observations faites pendant les nuits du 5 et du 6 décembre, est une avance de $48^s,5$ à l'entrée et de $48^s,8$ à la sortie. L'état du chronomètre est donc en avance de $5^h 27^m 5^s,2$ à l'entrée et de $5^h 27^m 5^s,5$ à la sortie. En retranchant ces états des heures données ci-dessus, on obtient, pour les quatre contacts, les heures sidérales suivantes, à côté desquelles on a inscrit les heures moyennes.

Heure des contacts.

		Temps sidéral.		Temps moyen.
		h m s		h m s
Premier (en retard),	5 décembre..	12.31.44,8	5 décembre..	19.30.44,0
Deuxième	»	12.51.47,3	» ..	19.50.43,2
Troisième	»	18.19. 4,0	6 décembre..	1.17. 6,3
Quatrième	»	18.39.32,0	» ..	1.37.31,0

» Puebla, fort de Loreto, 16 décembre 1882.

» G. HÉRAUD. »

Rapport sommaire sur les opérations photographiques pendant le passage.

« Puebla, le 16 décembre 1882.

» Les essais préliminaires de l'appareil photographique et de l'ensemble des dispositions ayant montré que l'on pouvait faire très aisément une photographie par minute, il devenait nécessaire de porter à 350 environ le nombre des plaques préparées. L'approvisionnement pour le jour du passage était de 250 plaques sur substratum; en ajoutant à ce chiffre celui des plaques ordinaires destinées aux essais, et non consommées en entier, on arrivait à celui, un peu insuffisant, de 300. En cet état et malgré la difficulté de préparer de nouvelles plaques avec une installation bien peu en rapport avec celle que les spécialistes déclarent indispensable, on se décida à tenter de porter l'approvisionnement à 350. On était à l'avant-veille du passage, autre difficulté pour une préparation qui demande du temps, et l'on dut se contenter d'un lavage bien sommaire de la gélatine; on fut aussi obligé d'employer les glaces encore humides.

» Ce parti une fois pris conduisit à répartir les plaques de préparations si diverses sur toutes les parties du phénomène et à négliger l'ordre de numérotage des plaques sur substratum. Un étiquetage provisoire remplaça

ce numérotage, d'ailleurs fort difficile à déchiffrer, et tout fut disposé pour que l'ordre d'exposition des plaques fût absolument conservé et pût être retrouvé ultérieurement.

» Le 6 décembre au matin, tout était prêt, et l'on commença à photographier deux minutes environ avant l'heure de la prédiction. On obtint une trentaine de photographies pendant le temps qui s'écoula entre les deux premiers contacts, soit une photographie et demie par minute; à partir du second contact, on ne fit plus qu'une photographie toutes les soixante-dix secondes. Le temps était clair et, quoique le Soleil fût encore un peu bas, les circonstances étaient favorables.

» Vers la centième épreuve le ciel se couvrit de nuages pommelés assez opaques, et l'on cessa d'espacer les épreuves à intervalles réguliers, pour choisir les instants où le chercheur montrait les bords du Soleil et principalement Vénus avec une netteté relative. On augmenta aussi la durée de l'exposition au jugé; car, dans les essais préliminaires, des circonstances analogues ne s'étaient jamais présentées et l'on manquait par suite de bases d'appréciation.

» Il fallut malheureusement compter avec les nuages, ou une espèce de brume fouettée, jusqu'à la fin du phénomène, et ralentir la production par instants, pour l'augmenter lorsque les circonstances étaient plus favorables. Deux minutes avant le troisième contact, le temps était encore bien engagé; il se dégagea fort à temps pour permettre de faire une trentaine de photographies pendant la sortie ; deux minutes après l'heure prédite pour le dernier contact, on prenait la dernière photographie, la 340e.

» On commença, dès que cela fut possible, à révéler les épreuves, en commençant par les dernières. Le travail fut long et prit une semaine ; il est regrettable qu'il n'ait pas été terminé un jour plus tôt, car une violente averse qui s'abattit sur les cabanes perça le toit du cabinet obscur et cribla une quinzaine des plaques nouvellement préparées, au point d'en faire couler la gélatine.

» De l'examen des épreuves une fois terminées, il résulte que l'état du ciel n'a pas eu d'influence appréciable à la simple vue sur la netteté des contours ; seulement, comme les nuages étaient blancs et très photogéniques, ils ont éclairé le champ au point de donner à son image une intensité relative assez grande ; les bords du Soleil se détachent donc d'une façon moins tranchée que dans les cent premières épreuves. Néanmoins rien n'autorise à penser que la mesure n'en puisse être faite dans de bonnes conditions.

» Pour conclure, j'espère que les trois cent quarante épreuves primitives fourniront au moins trois cents bonnes positions relatives des deux astres pendant la durée du passage.

» F. ARAGO. »

MISSION DE LA MARTINIQUE.

MM. **Tisserand**, Membre de l'Institut.
Bigourdan, Astronome-adjoint à l'Observatoire de Paris.
Puiseux, Aide-Astronome à l'Observatoire de Paris.

Rapport préliminaire sur l'observation du passage de Vénus sur le Soleil,
par M. TISSERAND.

« Fort Tartenson, le 7 décembre 1882.

» J'ai observé à l'équatorial de $0^m,21$ (8 pouces), avec l'objectif argenté, et un verre noir à teinte neutre gradué;

» Grossissement, 150 fois.

» J'avais mis au point les jours précédents, sur une étoile double (α Poissons); la mise au point était très bonne; je distinguais tous les détails de la surface solaire, facules, granulations, etc.

» J'étais assisté par M. Dubreil, second-maître de timonerie, qui était placé à côté de moi et devait inscrire mes tops avec le chronomètre sidéral n° 324 Leroy. Je devais envoyer en même temps les mêmes tops au chronographe, placé en dehors de la cabane de l'équatorial, et surveillé par M. Terrien, maître-armurier.

» Le Soleil était caché par les nuages au moment du premier contact; il ne s'est découvert que quatre minutes après, environ; à ce moment, l'échancrure était déjà forte; rien n'apparaissait du disque de Vénus, en dehors du Soleil.

» A $22^h 12^m 2^s$, temps moyen, le ciel s'étant éclairci, je vois toute la partie de Vénus extérieure au Soleil; cette partie est entourée d'une auréole assez brillante, superposée à la planète. J'estime que son épaisseur doit être comprise entre une demi-seconde et une seconde.

» A $22^h 17^m 34^s$, temps moyen, je distingue encore l'auréole.

» A $22^h 17^m 48^s$, 1 temps moyen, les cornes, qui sont toujours restées très nettes, se rejoignent; le bord du Soleil est complet, et, à ce moment, le disque de Vénus, uniformément noir, est en contact géométrique avec le bord du Soleil; il n'y a plus d'auréole; l'apparence est tout à fait analogue à celle du vrai contact dans les passages artificiels.

» C'est donc là le moment que j'adopte.

» A $22^h 17^m 55^s$, 1, le contact est certainement passé; le filet lumineux a une épaisseur perceptible, quoique très petite.

» Il n'y a pas eu la moindre apparence de goutte noire.

» Après le second contact, le Soleil était caché d'instant en instant par les nuages; j'ai réussi cependant à observer des contacts avec quatre des prismes de MM. Fleuriais et Prazmowsky; mais je n'ai pu, à cause des nuages, mesurer le jour même les angles des prismes en dirigeant la lunette sur le Soleil lui-même.

» J'insiste sur ce point, que le second contact a été observé dans une éclaircie, avec un ciel pur dans le voisinage du Soleil, et que les nuages qui se trouvaient à une certaine distance n'ont pu exercer aucune influence fâcheuse sur l'observation de ce contact.

» Entre le deuxième et le troisième contact, les nuages passaient et repassaient presque constamment sur le Soleil; il pleuvait fréquemment.

» Nous avons pu, M. Bigourdan et moi, faire avec l'héliomètre quelques mesures de la distance du centre de Vénus à l'un ou à l'autre bord du Soleil; mais ces mesures ont été faites dans des conditions médiocres, sinon mauvaises.

» Le Soleil a été caché par les nuages aux moments des troisième et quatrième contacts.

» Les coordonnées du lieu d'observation sont les suivantes :

Longitude obtenue par les culminations lunaires, en adoptant les coordonnées de M. Newcomb........	$4^h 19^m 39^s, 2$
Longitude déduite, par triangulation, de celle obtenue télégraphiquement à Saint-Pierre, par les Américains : à l'ouest de Paris........	$4^h 13^m 41^s, 1$
Latitude........	$+14° 36' 20''$

» J'ai obtenu cette latitude par deux séries très concordantes, au cercle méridien. » F. TISSERAND.

» *P. S.* — Il y a un accord complet entre les tops inscrits par M. Dubreil et ceux transmis par le chronographe. »

Rapport préliminaire sur l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, les 5-6 décembre 1882 ; par M. Bigourdan.

« Tartenson, le 8 décembre 1882.

» J'observais à l'équatorial de $0^m,16$ (6 pouces), dont l'objectif avait été argenté à la surface extérieure, avec un verre neutre à teinte graduée et un oculaire grossissant 155 fois.

» J'étais assisté par M. Le Sergent, timonier breveté, qui notait mes tops sur le chronomètre n° 1149 Dumas, temps moyen, et écrivait mes remarques.

» Les jours précédents, j'avais mis au point sur diverses étoiles doubles et sur le Soleil, et j'avais obtenu pour la lecture du coulant du micromètre des nombres concordants.

» Le 6 décembre, au matin, je plaçai le coulant à la lecture 46,1, moyenne des nombres précédemment obtenus. En examinant alors au bord du Soleil une petite tache, j'y aperçus des détails fort délicats, et je voyais bien les granulations de la surface solaire. Je conservai constamment cette mise au point.

» Le Soleil ne se montrait que dans de courtes éclaircies pendant lesquelles je cherchai, à diverses reprises, à apercevoir Vénus hors du Soleil.

» A $21^h 50^m 8^s$ temps moyen, je l'aperçus pour la première fois sous forme d'un trait lumineux, fort brillant et bien défini, d'à peu près 15″ de long (angle de position estimé 185°, pour le milieu du trait). J'aperçus encore le même trait, à diverses reprises, à travers des éclaircies et notamment après que Vénus avait déjà mordu le bord du Soleil : sa longueur augmentait très lentement.

» Le Soleil disparut de $21^h 55^m 10^s$ à $22^h 0^m 46^s$; à ce dernier moment le premier contact extérieur avait eu lieu et Vénus produisait sur le Soleil une grosse échancrure. Le trait lumineux s'était notablement allongé.

» Le Soleil disparut de nouveau de $22^h 5^m 51^s$ à $22^h 11^m 59^s$; lorsqu'il reparut, le filet lumineux, toujours bien brillant et d'une régularité géométrique, avait rejoint le Soleil de chaque côté de manière à entourer la partie de Vénus qui n'était pas encore sur le Soleil ; sa largeur était 1″, 8.

» Par suite de la présence de cet arc superposé à Vénus, et à peu près aussi brillant que les parties voisines du Soleil, je ne pus noter que le contact géométrique en prolongeant par la pensée, et sur une longueur de 40″ environ, les bords du Soleil à travers l'arc lumineux. Je donnai pour cet instant difficile à apprécier deux tops distants de 12^s et je m'arrê-

tai bientôt après à adopter leur moyenne pour l'instant du contact géométrique, qui se trouve ainsi être arrivé à $22^h 17^m 32^s$, temps moyen. Pendant l'observation de ce contact intérieur, le ciel était serein.

» Le filet lumineux qui persista constamment et se projetait encore en partie sur le fond du ciel me parut entré entièrement sur le Soleil à $22^h 18^m 13^s$, moment où je cessai d'apercevoir toute discontinuité sur le bord du Soleil.

» J'ai pu obtenir ensuite, à travers de courtes éclaircies, sept mesures micrométriques de la distance des bords de Vénus au bord le plus voisin du Soleil.

» A l'héliomètre j'ai obtenu quatre mesures complètes des distances du centre de Vénus à l'un ou à l'autre bord du Soleil, mais dans des conditions médiocres, à cause des nuages qui passaient constamment sur le Soleil.

» Le ciel était entièrement couvert au moment du troisième et du quatrième contact, qui n'ont pu être observés.

Rapport préliminaire sur l'observation du passage de Vénus; par M. P. Puiseux.

« Fort Tartenson, le 7 décembre 1882.

» J'ai observé le passage de Vénus sur le Soleil avec une lunette de $0^m,16$ (6 pouces) d'ouverture, prêtée à la Commission par M. Martin. J'ai eu lieu d'être satisfait en toute circonstance de ses qualités optiques. L'instrument était pourvu d'une monture équatoriale en bois, d'une manœuvre facile et d'une stabilité suffisante. Le coulant de l'oculaire portait une division permettant de fixer la mise au foyer. J'ai adopté pour le jour du passage la moyenne de déterminations antérieures faites dans des circonstances variées, soit sur des étoiles doubles, soit sur les taches et facules du Soleil.

» Quelques jours avant le phénomène, l'objectif avait été recouvert d'une légère couche d'argent, assez mince pour ne dérober aucun détail de la surface du Soleil. Grâce à cette précaution, j'ai pu conserver à la lunette toute son ouverture, sans aucun danger pour les verres gradués ni pour l'œil.

» A $21^h 15^m$, temps moyen, je me mis en place à la lunette, avec un assistant, ayant sous les yeux le chronomètre 439 Dumas, préalablement comparé à la pendule sidérale. J'examine l'aspect du Soleil. Les taches, marbrures et facules sont très nettes. L'ondulation du bord est à peine sensible. Je cherche vainement à distinguer Vénus avant son entrée sur le Soleil. Il

m'est impossible d'en apercevoir aucune trace, même en la cherchant à sa place exacte et faisant usage de la partie la plus claire du verre coloré.

» Des nuages couvrent le Soleil plusieurs minutes avant l'heure indiquée pour le premier contact, et rendent l'observation impossible.

» A $22^h 1^m 32^s$, le Soleil reparaît. Le fond du ciel est bleu, les images sont brillantes et calmes. Un quart environ du disque de Vénus est déjà sur le Soleil. Les cornes se terminent avec une netteté parfaite, mais de leur extrémité se détache une auréole pâle qui entoure Vénus sur une étendue de 5° à 6° vers l'extérieur, à partir des points d'intersection de sa circonférence avec celle du Soleil. Je m'assure à plusieurs reprises que l'arc lumineux n'est pas complet. Je substitue au grossissement de 110, employé jusqu'ici, un oculaire grossissant 160 fois. L'aspect du phénomène n'est pas modifié, non plus que par l'emploi d'une partie plus sombre du verre gradué.

» Des nuages couvrent le Soleil pendant plusieurs minutes dans l'intervalle des deux contacts. Une éclaircie se produit à $22^h 12^m 27^s$. Le disque de Vénus est aux trois quarts entré sur le Soleil. Cette fois l'auréole est continue et complète le disque de Vénus, mais son éclat est bien inférieur à celui du Soleil, et je la vois pâlir, sans doute par un effet de contraste, jusqu'à devenir invisible. Je ne saurais dire à quel moment s'est faite cette disparition.

» A $22^h 18^m 0^s$, je donne un top à l'assistant. Les cornes, au lieu de se rejoindre, se sont émoussées, et l'intervalle est occupé par une teinte sombre, ou, en tous cas, beaucoup moins vive que celle du disque solaire. Mais il n'y a, à proprement parler, ni ligament ni goutte noire. Je suis obligé de prolonger par la pensée le bord du Soleil, et, en le faisant, j'estime qu'il y a contact géométrique.

» A partir de ce moment, la teinte sombre répandue aux environs du point de contact s'éclaircit rapidement. A $22^h 18^m 16^s$, l'éclat de cette région est devenu égal à celui du disque solaire. Le bord du Soleil est continu. C'est ce moment que je crois devoir adopter pour le contact, comme le plus conforme aux instructions internationales. A ce moment j'avais tout à fait perdu de vue l'auréole. Peu d'instants après son apparition, le filet lumineux avait déjà une largeur appréciable, peut-être 2″, ce qui me fait penser que j'ai estimé le contact un peu trop tard.

» Dix secondes après, sûr que le contact était passé, j'ai vérifié la minute. Il ne saurait y avoir non plus de doute sur la minute du signal précédent, donné seize secondes avant.

» Peu de temps après, le Soleil a commencé à être voilé par le passage

d'épais bancs de brume. J'ai fait, de 23^h à $23^h 40^m$, à l'équatorial de $0^m,16$ (6 pouces), une série de mesures du diamètre de Vénus, mais je n'attache que peu d'importance à ces mesures, faites dans des conditions atmosphériques trop défavorables. Les images n'ont pas tardé à devenir troubles et ondulantes. Aux approches du troisième contact, leur aspect laissait peu d'espoir d'obtenir une observation satisfaisante. Du reste, le Soleil s'est entièrement couvert à $3^h 35^m$ et aucune observation de sortie n'a été possible.

» Les indications du baromètre et des thermomètres ont été notées à plusieurs reprises pendant la journée. J'avais obtenu, le 5 au soir, des observations méridiennes de treize étoiles, avec retournement sur la Polaire. Dans la journée du 6, on a pu observer au méridien quatre étoiles, dans la soirée trois étoiles et une circompolaire. La détermination de l'heure se trouve ainsi assurée avec le degré d'exactitude désirable. »

Sur l'observation du passage de Vénus, le 6 *décembre* 1882, *fort Tartenson, près de Fort-de-France* (*Martinique*). Note de M. Térao, *du Japon*.

« Fort Tartenson, le 7 décembre 1882,

» A cause des nuages, on n'a pu observer que le contact intérieur, à l'entrée.

» J'observai avec une lunette astronomique montée azimutalement sans cercles gradués, du Dépôt de la Guerre : verre teinte neutre graduée, ouverture de l'objectif, $0^m,080$; grossissement, 61 fois.

» A défaut de chronomètre, j'observai avec une montre à secondes ordinaire que je comparais avec la pendule sidérale de notre observatoire. Des expériences préalables m'avaient autorisé à conclure qu'il ne pouvait résulter de là qu'une erreur inférieure à une demi-seconde de temps.

» Je mis au point ma lunette, le soir du 4 décembre, sur de belles étoiles.

» Quelques minutes avant le premier contact intérieur, je vis une couronne de lumière qui entourait la partie du disque de Vénus qui était en dehors du disque du Soleil.

» Le contact intérieur géométrique des deux bords était déjà produit que je voyais un espace obscur entre les deux bords. Cet espace obscur, qui était d'abord aussi noir que le disque de Vénus, s'éclaircit. Je notai l'instant approché où ce ligament cessa d'être aussi noir que Vénus. Cet instant est, toute réduction faite,

$$22^h 17^m 56^s,5$$

en temps moyen du fort Tartenson.

» Ce nombre peut être trop fort plutôt que trop faible, car j'attendis que l'éclaircissement du ligament obscur devînt persistant. Cependant, l'erreur ne doit pas dépasser deux ou trois secondes au plus.

» Pour la sortie, je n'ai pu observer, à cause des nuages, ni le contact intérieur ni le contact extérieur. »

MISSION DE LA FLORIDE.

MM. le Colonel **Perrier**, Membre de l'Institut.
le Commandant **Bassot**.
le Capitaine **Defforges**.
Tourenne, Photographe.

Procès-verbal sommaire des opérations exécutées au Fort-Marion (Saint-Augustin, Floride) et des résultats obtenus dans l'observation du passage de Vénus, le 6 *décembre* 1882; par M. le Colonel F. Perrier.

« A 6^h du matin, détermination de l'heure au cercle méridien. Le capitaine Defforges observe une circompolaire et huit étoiles horaires.

» A $6^h 30^m$, comparaison générale des chronomètres.

» A 8^h, chacun est à son poste : le colonel Perrier à l'équatorial de $0^m,21$ (8 pouces), le commandant Bassot à l'équatorial de $0^m,16$ (6 pouces), et le capitaine Defforges à la lunette de $0^m,08$ (3 pouces), dont l'objectif a été préalablement argenté.

» Tout est prêt dans le pavillon photographique; les assistants exécutent une dernière répétition des manœuvres qu'ils auront à accomplir.

» Le ciel est clair, le temps frais, pas de vent, les dernières brumes du matin sont dissipées; le Soleil brille d'un vif éclat, cependant vers l'ouest persistent des couches de nuages blanchâtres, mais immobiles et bas.

» Les observateurs vérifient la mise au point de leurs lunettes.

» La planète apparaît au premier contact, vers $8^h 38^m$ environ, une minute dix secondes après l'instant calculé : l'attente nous a paru très longue.

» Observation du premier contact externe : ce contact n'est pas observé à la lunette de $0^m,16$ (6 pouces).

» Observation du premier contact interne : contacts d'images artificielles, mesures du diamètre de Vénus; mesure de l'angle des prismes biréfringents à l'équatorial de $0^m,21$ (8 pouces).

» A l'équatorial de $0^m,16$ (6 pouces), mesures micrométriques de la distance des cornes et des bords du diamètre de Vénus.

» A 11^h, comparaison générale des chronomètres.

» A midi vrai, j'observe le passage au méridien du Soleil et de la planète.

» Le temps reste splendide; les deux derniers contacts paraissent assurés.

» A $1^h 30^m$, mesures micrométriques aux deux équatoriaux.

» Vérification de la mise au point des lunettes.

» Observations des deux contacts interne et externe à la sortie.

» A 3^h, comparaison générale des chronomètres.

» Entre les instants des deux contacts internes, le capitaine Defforges a obtenu 200 photographies solaires.

» A 9^h du soir, nouvelle détermination de l'heure locale. Comparaison générale des chronomètres.

Observations et résultats obtenus.

» *Équatorial de* $0^m,21$ (8 *pouces*) (*colonel* PERRIER). — *Objectif argenté, oculaire donnant un grossissement de* 150. — L'éclairement du champ est préalablement réglé, d'après le conseil de M. Stone, en donnant au verre gradué de l'oculaire une position moyenne entre celle pour laquelle on peut observer le Soleil sans en être incommodé et celle qui donne le champ le plus sombre, au delà de laquelle on ne verrait plus assez nettement les bords et le disque du Soleil. A ce degré d'éclairement, on voit encore les granulations solaires.

» Plusieurs minutes avant l'heure calculée par l'entrée, j'explore, mais vainement, la région voisine du Soleil autour du fil de position; impossible de découvrir une trace quelconque de la planète.

» A $2^h 13^m 25^s$ du chronomètre T. M. Bréguet 3492, je constate une apparence de discontinuité dans le disque solaire, un peu à droite de la ligne présumée des centres. La discontinuité persiste et va croissant. C'est bien Vénus qui a fait son entrée.

» A $2^h 13^m 30^s$, je cherche à fixer dans mon esprit la largeur de la coche produite par Vénus en l'égalant, comme largeur, à l'écartement du fil fixe et du fil mobile amenés presque au contact, de manière à laisser entre eux

un petit espace lumineux correspondant à $0^m,018$ ($0^p,7$) du tambour du micromètre et je me réserve de noter, à la sortie, l'instant où la coche subsistante produite par la planète paraîtra avoir une largeur égale à l'espace vide compris entre les deux mêmes fils.

» A $2^h 14^m 50^s$ (chronomètre 3492), les bords du Soleil sont très nets, bien délimités, à peine ondulants, et se détachant sur un fond bleu violet très foncé. Je n'aperçois pas encore le disque de la planète dans sa partie extérieure au Soleil; la tache produite par Vénus est d'un noir très foncé.

» A $2^h 21^m 24^s$, je commence à apercevoir comme une lueur qui délimite le bord extérieur de la planète à gauche de la ligne des centres.

» A $2^h 22^m 48^s$, cette lueur s'accentue, surtout dans la région nord-ouest de la planète, et va toujours croissant.

» Les cornes sont assez bien délimitées et se terminent en pointe effilée. Je me réserve tout entier pour le contact intérieur.

» A $2^h 24^m 50^s$, tout le contour extérieur de la planète est visible, bordé par une faible lueur légèrement estompée, due à l'illumination de l'atmosphère de Vénus.

» A $2^h 29^m 18^s$, cette lueur devient plus vive sur la région nord-ouest et semble empiéter de 3' ou 4' sur les bords, où elle produit un effet d'oscillation ou de battement incessant assez singulier.

» Les bords des deux astres se rapprochent.

» A $2^h 33^m 43^s,6$, je note le contact géométrique et, immédiatement après, certainement moins d'une seconde après ce contact, apparaît entre les deux bords un filet lumineux bien persistant.

» Je n'ai vu ni goutte noire, ni pont, ni ligament. Les bords des deux astres, *sans déformation apparente*, sont venus en contact d'une manière géométrique.

» Pas de franges entre les bords; pas d'obscurcissement du filet lumineux.

» La planète chemine sur le disque, noir foncé vers le centre, violet foncé vers les bords : un effet superbe.

» A mesure qu'elle s'approche du bord du Soleil, je cherche à découvrir une trace quelconque des apparences signalées en 1874. Rien, pas de demi-teinte; pas d'obscurcissement, pas de franges, pas de déformation apparente des bords.

» A $7^h 58^m 15^s,9$, je vois toujours un filet lumineux entre le Soleil et la planète.

» A $7^h 58^m 23^s,1$, le filet lumineux disparaît : c'est l'heure que j'ai notée pour le contact géométrique.

» Repos. Rien de particulier à signaler. En attendant le contact extérieur, je place le fil mobile près du fil fixe, de manière à laisser entre eux un espace lumineux de $0^m,018$ ($0^p,7$) du tambour micrométrique.

» A $8^h 18^m 24^s$, un top. — Attention!

» A $8^h 10^m 42^s$, la largeur de la coche me paraît égale à la distance des deux fils.

» La planète chemine.

» A $8^h 18^m 52^s$, je note le contact géométrique de sortie.

» La planète a donc mis dix secondes à parcourir une distance angulaire, suivant la ligne des centres, égale à l'écartement angulaire des bords voisins des deux fils. J'en conclus pour le premier contact externe l'heure $2^h 13^m 20^s$.

» J'estime que l'appréciation du dernier contact externe, avec des bords bien limités et sans ondulations sensibles, est susceptible d'une grande précision (à 3 ou 4 secondes près sûrement).

» Je n'ai observé la distance des cornes ni à l'entrée, ni à la sortie; les mesures de ce genre ne m'inspirent aucune confiance, faites avec les équatoriaux dont nous étions pourvus.

» En adaptant en avant de l'oculaire la tirette munie des huit prismes biréfringents d'Arago, j'ai pu observer huit contacts artificiels avant le premier contact interne et cinq seulement avant le contact interne de sortie. Les calculs ultérieurs feront connaître les résultats de ces observations et le degré de précision qu'elles comportent.

» En résumé, voici le Tableau des résultats que j'ai obtenus pour les contacts :

	Chronomètre 3492. h m s
Premier contact	2.13.20
Deuxième contact	2.33.43,6
Troisième contact	7.58.23,1
Quatrième contact	8.18.52,1

» La correction du chronomètre est — de $5^h 35^m 10^s,0$, d'où :

Heures locales des contacts (temps moyen).

	h m s	
Premier contact	20.38.10	
Deuxième contact	20.58.33	$5^h 24^m 40^s$
Troisième contact	2.23.13	
Quatrième contact	2.43.42	

» *Equatorial de* $0^m,16$ *(6 pouces), commandant Bassot.* — J'ai fait les observations à l'équatorial de $0^m,16$ (6 pouces); l'objectif argenté donne de bonnes images. Pendant le passage, les bords du Soleil étaient très nets; j'ai bien vu la granulation.

» Je n'ai pu saisir le premier contact extérieur, n'ayant constaté l'entrée de la planète que lorsque l'échancrure du Soleil était déjà sensible.

» A $20^h 52^m 55^s$, je vois sur le bord de Vénus, à gauche de la ligne des centres, un filet lumineux qui fait ressortir très nettement le quart environ du contour non éclairé.

» A mesure que la planète avance, ce filet s'étend de plus en plus.

» A $20^h 56^m 45^s$, il entoure complètement l'arc obscur et subsiste, de sorte que la planète se voit tout entière avant l'entrée totale. Je ne remarque ni pont, ni ligament; l'arc lumineux est un peu estompé.

» A $20^h 59^m 11^s,1$, les bords du Soleil se sont rejoints; c'est l'heure que j'adopte pour l'instant du *premier contact interne.*

» A $20^h 58^m 6^s,2$ le filet lumineux paraît plus vif; mais le passage à la teinte vive a été graduel.

» A la sortie, le deuxième contact intérieur se produit géométriquement, sans pont ni ligament, par disparition du filet lumineux interposé.

» A $2^h 23^m 0^s,7$, je constate la discontinuité dans les bords du Soleil; elle est persistante. C'est l'instant que j'adopte pour *deuxième contact intérieur.*

» Après le contact, je ne vois pas le filet lumineux entourant complètement le bord obscur de la planète, comme à l'entrée; mais il apparaît, à droite de la ligne des centres, sur le quart environ de l'échancrure, faisant ressortir nettement cette fraction du contour de Vénus en dehors du Soleil. A $2^h 34^m$, ce filet lumineux est encore visible; à $2^h 36^m$, il a disparu.

» Le deuxième contact externe s'est fait avec précision; je peux suivre très nettement la décroissance du bourrelet formé par Vénus.

» A $2^h 43^m 28^s,9$, ce bourrelet n'a pas disparu.

» A $2^h 43^m 42^s,1$, les bords du Soleil se réunissent et restent réunis : c'est l'heure du *deuxième contact externe.*

» Après le premier contact externe, j'ai fait dix groupes de mesures de la distance des bords du Soleil et de la planète, et neuf avant le deuxième contact. En raison de l'extrême difficulté que j'ai éprouvée à pointer le bord du Soleil, je ne crois pas que ces mesures puissent donner de bons résultats.

» Dans l'intervalle, j'ai pris vingt-cinq mesures du diamètre de Vénus.

» Enfin, à l'entrée et à la sortie, j'ai fait quelques distances de cornes.

Résumé.

		Durée du passage intérieur.
Premier contact externe	Manqué.	
Premier contact interne	$20^h58^m11^s$	$5^h24^m49^s$
Deuxième contact interne	2.23. 0	
Deuxième contact externe	2.43.42	

» *Lunette de* 0,08 (3 *pouces*) (*capitaine Defforges*). — Premier contact extérieur, non observé. J'ai vu la planète alors qu'elle était assez avancée sur le disque solaire.

	h m s
Premier contact intérieur	20.58.16,0
Deuxième contact intérieur	2.22.54,0
Deuxième contact extérieur, très net	2.43.40,0.

» *Opérations photographiques* (*capitaine Defforges*). — La lunette photographique employée à Saint-Augustin est une lunette horizontale de $0^m,13$ (5 pouces) d'ouverture et de $2^m,80$ environ de distance focale. L'image directe du Soleil au foyer a $0^m,028$ de diamètre. Un objectif photographique de Dallmeyer, combiné avec une lentille de champ achromatique, placée à $0^m,002$ en arrière du plan focal, donne sur le verre dépoli de la chambre noire une image de $0^m,12$ environ.

» Le réticule a huit fils horizontaux et huit fils verticaux. La lunette est pointée au Nord et dirigée sur le cercle méridien. Le fil mobile de ce cercle, dont l'azimut est déterminé très exactement par les observations méridiennes, a été préalablement amené sur le cinquième fil du réticule photographique. Miroir réflecteur argenté. J'ai obtenu, avec le concours de M. Tourenne, entre 9^h et 2^h15^m, temps moyen de Saint-Augustin, deux cents photographies du Soleil et de la planète sur glaces au gélatinobromure d'argent, préparées à Paris par M. Thiébaud. Dans ces glaces, la gélatine adhère fortement au verre par l'intermédiaire d'une couche d'albumine très mince. Il résulte de nos expériences que l'on n'a à craindre ni extension ni retrait de la gélatine ainsi préparée.

» Les photographies déjà révélées et fixées paraissent très nettes et le bord du Soleil est très satisfaisant. Notons toutefois que les bords de la planète paraissent moins nettement délimités.

» La valeur angulaire du millimètre sur les clichés solaires a été obtenue en pointant avec le fil mobile du cercle méridien les fils fixes du réticule photographique. La déformation générale des images par l'objectif, si elle

existe, sera étudiée à Paris à l'aide de photographies d'une mire lointaine, obtenues après le passage et dans les mêmes conditions que les photographies solaires.

» *Longitude et latitude de la station.* — La latitude de la station a été obtenue par le commandant Bassot, par l'observation au cercle méridien des hauteurs d'étoiles bien connues, situées de part et d'autre et à moins de 20° du zénith.

» Quant à la longitude, elle fait en ce moment même l'objet d'une opération combinée entre le capitaine Defforges et M. Preston, astronome du Coast-Survey. L'observateur français occupant la station de Saint-Augustin et M. Preston celle de Savannah ([1]) ont déjà échangé, avant le 6 décembre, pendant trois soirées consécutives, des signaux télégraphiques. Le déplacement des observateurs aura lieu bientôt; M. Defforges occupant avec son instrument la station de Savannah et M. Preston celle de Saint-Augustin, une nouvelle série d'observations et d'échanges de signaux sera entreprise pendant trois soirées.

» Nous pouvons, dès aujourd'hui, donner les coordonnées géographiques très approchées de la station :

Latitude.............	29°53′51″ nord.
Longitude...........	$5^h 33^m 42^s$ ouest de Paris.

» Qu'il me soit permis, en terminant, comme membre de l'Académie, de rendre hommage à mes deux vaillants et dévoués collaborateurs, le commandant Bassot et le capitaine Defforges, déjà connus par les beaux travaux géodésiques qu'ils ont exécutés en France et en Algérie, et d'adresser, au nom même de l'Académie, un remerciement cordial à tous nos assistants : MM. Tourenne, photographe; Buisine, sergent; Huetz, soldat, tous deux secrétaires d'état-major; Thomelin, second-maître, et Régnier, quartier-maître de la marine, dont l'activité et le dévouement ont été au-dessus de tout éloge.

P. S. — 10 décembre (avant le départ du courrier) :

» Nous avons eu un temps splendide à partir du 29 novembre.

» Au commencement du mois de décembre, M. le général Hazen, chef du *Signal Service* à Washington, nous faisait transmettre tous les jours, à midi, le temps probable pour le lendemain.

([1]) Station du réseau des longitudes du Coast-Survey.

» Les dépêches étaient d'abord très rassurantes. Voici le texte même de celles que nous avons reçues :

« 1er décembre. — Beau temps probable pour aujourd'hui et demain en » Floride. »

« 2 décembre. — Beau temps probable pour *demain et après-demain* en » Floride. »

« 3 décembre. — Beau temps est indiqué pour lundi et mardi en Flo- » ride. »

« 4 décembre. — Beau temps pour demain mardi en Floride. »

« 5 décembre. — Temps légèrement plus chaud et partiellement nua- » geux (*partly cloudy*) en Floride demain 6 décembre. »

» Rien de rassurant dans cette dépêche. Nous étions très inquiets, ayant pu depuis plus d'un mois vérifier l'exactitude des prédictions du *Signal Service*.

» Enfin, le 6, à midi, *au milieu du passage*, nous recevions la dépêche suivante :

« Ciel sera partiellement couvert aujourd'hui en Floride. »

» Nos craintes étaient très vives et bien justifiées, du reste ; car, trois quarts d'heure environ après l'observation du dernier contact, les nuages signalés le matin à l'horizon vers l'ouest, et qui s'étaient élevés peu à peu, venaient voiler le Soleil qui, depuis quatre jours, nous est invisible. Le temps est à la pluie et à la tempête !!! »

MISSION DE SANTA-CRUZ DE PATAGONIE.

MM. **Fleuriais**, Capitaine de frégate.
Le Pord, Lieutenant de vaisseau.
De Royer de Saint-Julien, Lieutenant de vaisseau.
Lebrun, Naturaliste, délégué du Muséum d'Histoire naturelle.
Aviso *le Volage*, commandé par M. **Ingouf**, Lieutenant de vaisseau.

« Montevideo, le 24 décembre 1882.

» Monsieur le Président,

» Une dépêche télégraphique en date du 21 décembre, jour de mon retour dans la Plata, vous a appris l'heureux succès des observations de Santa-Cruz.

» Les termes de la dépêche *Programme entièrement rempli* ont dû vous paraître un peu prétentieux.

» Ces termes ne constituent toutefois que l'expression d'une conviction intime.

» En effet, d'une part, l'ensemble des résultats comprend :

» 1° Les quatre contacts naturels observés au huit pouces ($0^m,21$) et au six pouces ($0^m,16$).

» 2° Seize contacts artificiels (8 à l'entrée, 8 à la sortie) obtenus par dédoublement des bords du Soleil et de Vénus [huit pouces ($0^m,21$)].

» 3° Cent quatre-vingt-dix distances micrométriques [six pouces ($0^m,16$)].

» 4° Deux cent six épreuves photographiques, presque toutes nettes et bien centrées (M. de Saint-Julien).

» D'autre part, non seulement M. Le Pord et moi, ne pouvant en aucune façon nous communiquer nos impressions, avons trouvé pour les contacts internes des nombres presque identiques, mais en outre les contacts artificiels, quelle que soit la combinaison que l'on emploie, reproduisent à une ou deux secondes les mêmes valeurs.

» Si, dans ces conditions, les chiffres trouvés (chiffres dont la copie scellée et certifiée a été laissée à Santa-Cruz) ne sont point l'expression d'une vérité, il y a à désespérer de toute recherche de ce genre.

» Je crois savoir que l'aire de haute pression (la seule en trois mois et demi) que la Providence a bien voulu envoyer sur la Patagonie australe, précisément à l'époque critique du 2 au 7 décembre, a enveloppé Chubut. S'il en a été ainsi, M. Hatt, distant de moins de 7°, aura vu toutes les phases, et les durées des passages dans les deux stations se contrôleront mutuellement.

» Appelé, comme vous le savez, Monsieur le Président, à coopérer à la recherche des différences des méridiens de Buenos-Ayres et de Valparaiso, je ne puis me rendre immédiatement en France.

» Mais MM. Le Pord et de Saint-Julien partent demain par le courrier français, ramenant avec eux les marins de l'expédition et des extraits certifiés des registres d'observations et de comptabilité.

» M. Le Pord a l'ordre de réintégrer à l'Institut, dès son arrivée, tout le matériel astronomique et de vous remettre, outre les extraits certifiés dont je viens de parler, la bande chronographique qui affirme la sincérité des nombres avancés.

» M. de Saint-Julien, de son côté, vous apportera les caisses de glaces impressionnées.

» Vous nous avez toujours accueillis, Monsieur le Président, avec une

bienveillance si constante que, quoique cela ne soit pour moi qu'un agréable devoir, je croirais abuser en appelant dès aujourd'hui votre intérêt sur ces deux excellents officiers. En effet, toute recommandation avant la remise entière du matériel serait tout au moins prématurée.

» Ces quelques mots n'ont donc qu'un but, celui de vous informer que la rudesse d'un climat détestable n'a fait que développer le zèle et l'initiative de mes deux collaborateurs.

» Pour ce qui concerne l'aviso *le Volage*, un Rapport spécial vous fera bientôt connaître la nature des importants services rendus par M. Ingouf et par les officiers de son état-major.

» Veuillez agréer, M. le Président, l'expression des sentiments de profond et respectueux dévouement de votre très obéissant serviteur.

» G. FLEURIAIS. »

20 juillet 1882......	Départ de Bordeaux par la voie des Messageries maritimes.
31 août.............	Montevideo. Embarquement de la Mission à bord du *Volage* et départ de ce bâtiment pour la Patagonie.
9 septembre........	Passage de la barre de Santa-Cruz.
9 au 13 septembre...	Le bâtiment remonte jusqu'à la hauteur de la vallée de Misioneros.
14 septembre	Débarquement de la Mission.
1er octobre..........	Début des observations astronomiques.
Pendant octobre.....	M. Ingouf, assisté de MM. Tracou et Lebrun, remonte le Rio Santa-Cruz avec des embarcations remorquées à la cordelle.
Pendant novembre...	Le *Volage* sonde la partie navigable et dresse le plan de l'estuaire.
7 au 14 décembre.....	Démontage de l'Observatoire. Embarquement sur le *Volage*.
14 décembre........	Le *Volage* appareille pour Montevideo.
21 décembre........	Retour à Montevideo.
25 décembre........	Embarquement du personnel et du matériel sur le paquebot *le Niger*, des Messageries maritimes.

M. Fleuriais remonte à Buenos-Ayres pour concourir à la recherche de la différence télégraphique des méridiens de Buenos-Ayres et de Valparaiso.

DOCUMENTS EXTRAITS DU REGISTRE D'OBSERVATIONS.

« En mer le 12 décembre 1882.

1° Recherche de la longitude du point d'observations.

Culminations lunaires.

M. Fleuriais, observateur.

	Date 1882.	Æ du bord de la Lune.	Coefficient de l'erreur.	Longitude déduite de la *Conn. des Temps* corrigée d'après Newcomb.	
Lune 1er bord	24 septembre.	22°.06'.42",76	25,38	4°.43'.24",00	4h.43m.31s,08
	18 octobre ...	18.48.18,67	25,80	32,51	
	24 octobre ...	0.33.29,17	25,15	33,10	
	20 novembre .	0.07.41,20	23,76	33,84	
	23 novembre .	3.06.04,36	24,13	31,95	
Lune 2e bord	1 octobre ...	5.11.49,04	25,20	4.43.28,96	4.43.30,97
	29 octobre ...	5.43.47,28	25,08	32,09	
	1 novembre .	8.28.41,11	29,46	37,63	
	27 novembre .	7.11.24,89	26,58	25,20	
Moyenne générale, sauf corrections ultérieures.....					4.43.31,02

M. Le Pord, observateur.

Lune 1er bord	20 octobre ...	20.43. 7,21	26,10	4.43.35,23	4.43.28,81
	21 octobre ...	21.40. 6,92	26,20	30,52	
	21 novembre .	1. 5.15,57	25,50	31,65	
	24 novembre .	4. 8.30,86	23,94	24,26	
Lune 2e bord	27 septembre.	1. 7.50,42	24,60	4.43.33,50	4.43.32,94
	26 octobre ...	2.37.53,06	24,00	33,12	
	30 octobre ...	6.41.56,63	26,40	33,02	
	24 novembre .	4.10.54,22	23,94	39,73	
	28 novembre .	8.05.51,92	27,57	37,12	
Moyenne générale, sauf corrections ultérieures.....					4.43.30,87

M. de Saint-Julien, observateur.

Lune 1er bord	25 septembre.	23. 5.49,49	25,20	4.43.25,42	4.43.30,78
	23 octobre ...	23.34.45,05	25,60	29,46	
	22 novembre .	2.04.44,94	24,74	37,46	
Lune 2e bord	2 octobre ...	6.09.48,69	26,30	4.43.27,47	4.43.31,83
	27 octobre ...	3.40.33,60	23,88	44,87	
	31 octobre ...	7.36.53,62	27,87	31,56	
	25 novembre .	5.13. 7,88	24,29	36,56	
Moyenne générale, sauf corrections ultérieures......					4.43.31,30

Longitude par culminations lunaires (Récapitulation).

	h m s
Fleuriais, 5 (1er bord) et 4 (2e bord)	4.43.31,02
Le Pord, 4 (1er bord) et 5 (2e bord)	4.43.30,87
De Saint-Julien, 3 (1er bord) et 4 (2e bord)	4.43.31,30
Longitude provisoire (*Connaissance des Temps*) corrigée d'après Newcomb	4.43.31,06

Occultations.

M. Fleuriais, 8 pouces ($0^m,21$). — M. Le Pord, 6 pouces ($0^m,16$).

1882.		Longitude provisoire conclue.
		h m s
20 septembre..	Immersion de B.A.C (6292)...	4.43.26,08
23 septembre..	Immersion de 17 (Aquarii)....	4.43.30,28
20 octobre....	Immersion de B.A.C (7242)...	4.43.32,71
31 octobre....	Émersion de *f* Gémeaux......	4.43.37,03
	Moyenne des immersions...	4.43.29,7
	Émersion	4.43.37,0
	Longitude provisoire	4.43.33,3

Traversée, aller et retour, de Montevideo à Santa-Cruz. Aviso *le Volage*, commandant Ingouf. 5 chronom. suivis par MM. Le Pord et Tracou. Résultat général dans l'hypothèse de Montevideo (Cathédrale), $3^h 54^m 10^s$. Santa-Cruz (Observatoire)	4.43.33,0
Traversée, aller et retour, de Santa-Cruz à Punta-Arenas. Corvette argentine *l'Uruguay*, commandant Blanco. 4 chronomètres réglés à Santa-Cruz sur l'Observatoire français; à Punta-Arenas, sur l'Observatoire allemand. Résultat général dans l'hypothèse de Punta-Arenas $4^h 52^m 56^s$. Santa-Cruz (Observatoire)	4.43.32,0

2° Recherche de la latitude par la méthode Talcott.

Groupes d'étoiles observées.

		h m	° ′
1°	ξ Microscope..	Æ = 20.55	d = − 39. 5 (Lœwy).
	α Toucan.....	22.10	− 60.50 (Lœwy).
2°	δ Indien......	Æ = 21.49	d = − 55.33 (Lœwy).
	θ Grue.......	= 23.00	− 44. 9 (Lœwy).
3°	c² Verseau....	Æ = 23.03	d = − 21.48 (*Conn. des Temps*).
	β Hydre......	= 0.19	− 77.55 (*Nautical*).
4°	ι Grue........	Æ = 23.20	d = − 53.22 (Lœwy).
	μ Phénix.....	= 0.35	− 46.43 (Lœwy).
5°	σ Octant PI...	Æ = 2.31	d = − 87.40 (Lœwy).
	o² Éridan.....	4.09	= − 7.50 (*Conn. des Temps*).

Résultats généraux.

	Latitude Observatoire.
MM. Fleuriais..................	49°.59′.21″,36
Le Pord..................	49.59.21,84
De Saint-Julien............	49.59.21,48
Adopté provisoirement.	49.59.21,5

3° Position de l'Observatoire par rapport aux points remarquables de la région.

	Mètre.	Mètre.
Lunette méridienne (axe)............................	o	o
Mât de pavillon argentin (poste de Misioneros).........	53 Sud.	32 Est.
Pyramide française élevée sur la montagne désignée sur les cartes sous le nom de *Weddel Bluff*.............	339 Sud.	62 Est.
Pyramide américaine élevée près de l'Observatoire américain de M. Véry (à peu de distance de la pointe Keel).	14504 Sud.	9971 Est.
Mont Entrance. Point culminant.....................	17625 Sud.	13778 Est.

» Ces nombres résultent d'une triangulation effectuée simultanément par la Mission et par les officiers du *Volage* (*voir* plan du Rio Santa-Cruz levé par M. Ingouf, assisté de M. Tracou).

4° Observations magnétiques.

» Considérant la proximité du cap Horn où stationne actuellement la Mission dite *de la Romanche*, les observations magnétiques ont été faites avec le plus grand soin.

Intensité ..... Les calculs ne sont pas encore achevés.

Inclinaison ... Six séries. Deux aiguilles. Changé systématiquement les sens d'aimantation.

Résultat moyen.................. 48°40′, vers 2^h du soir.

» Déclinaison. — Observations continues en novembre.

4^h m.......	18°.52′ N.-E.	1^h s.......	19°.04′ N.-E.
6 m.......	18.51	2 s.......	19.05
7 m.......	18.57	3 s.......	19.06
8 m.......	18.58	4 s.......	19.04
9 m.......	18.59	5 s.......	18.59
10 m.......	18.59	6 s.......	18.55
Midi	19.03	8 s.......	19.00
		10 s.......	18.54
		Minuit.....	18.54

d'où :

Minimum = 18°51′ à 6^h du matin. Maximum = 19°6′ à 3^h du soir.

Anomalies.... { 17 novembre...... 19°20′ à 1^h et 2^h du soir.
{ 19 novembre...... 18°35′ à 8^h du matin.

5° Analyse de l'air.

» Onze des quinze tubes préparés par M. Müntz contiennent chacun la quantité d'acide carbonique contenu dans 300^{lit} d'air atmosphérique.

» Tous les tubes Regnault ont été remplis.

6° Observation du passage de Vénus.

» Les circonstances atmosphériques ont été excellentes.

» Santa-Cruz, comme on le sait, est voisin de la route générale des centres des dépressions provenant de l'océan Pacifique. Le régime habituel comprend donc presque invariablement la succession de trois périodes.

» 1° Grandes brises de nord-ouest à l'ouest avec la baisse barométrique;

» 2° Grandes brises à rafales de l'ouest au sud-ouest avec la hausse relative;

» 3° Un ou deux jours de temps relativement calme.

» Une aire de haute pression est venue cependant passer sur la Patagonie australe (la seule en trois mois), précisément à l'époque désirable.

» Le 2 décembre, le baromètre est monté en peu d'heures de 750^{mm} à 761^{mm}, puis est resté à cette hauteur anormale jusqu'au 6 au soir.

» Pendant cette période, le beau temps a été naturellement permanent. Calme pendant la nuit. Vent du large (est au sud-est) pendant le jour.

» Le 6 à 7^h du soir, le baromètre retombant à 750^{mm} et bientôt à 748-735^{mm} annonçait le retour des rafales de l'ouest, lesquelles d'ailleurs, dès le 7, arrivèrent avec leur accompagnement de nuages et de grains souvent pluvieux.

Le 6, au moment du lever du Soleil, le ciel était complètement couvert. La brise du large, en se levant vers 7^h, purifia peu à peu l'atmosphère. A 8^h du matin, le disque du Soleil était visible. A 9^h, les verres colorés étaient indispensables.

» Aucune circonstance n'aurait pu être meilleure. Les sables n'avaient pas encore eu le temps de s'échauffer; les ondulations, pendant l'entrée, furent donc très faibles.

» A partir de 11^h du matin jusqu'au soir, le ciel resta complètement pur. En outre, la brise de mer atteignant 8^m à 10^m, le mélange des couches atmosphériques resta aussi satisfaisant que l'on pouvait le désirer dans un pays de plaines arides.

» Certes, comme en 1874, les mesures micrométriques ont été délicates

et pénibles à observer. M. Le Pord, toutefois, a obtenu 188 pointés. Mais les contacts naturels et les contacts d'images doubles fournis par les prismes biréfringents ont été observés dans des conditions en apparence peu différentes de celles que présente l'appareil des passages artificiels.

» Pour ce qui concerne la Photographie, M. de Saint-Julien, vérifiant le centrage de l'image à chaque dizaine de plaques, a obtenu 206 épreuves, dont les $\frac{8}{10}$ au moins me paraissent remplir les conditions voulues pour le mesurage micrométrique.

» Parmi ces épreuves, 8 à l'entrée, 10 à la sortie sont doubles et permettent, en conséquence, de déterminer le pouvoir angulaire de la lunette par la mesure du déplacement linéaire du même bord du Soleil.

» Les autres épreuves sont complètes.

» Notre confiance dans l'emploi des doubles images, pour la mesure de l'échelle, est basée sur ce fait que 8 plaques étudiées en novembre, au moyen du micromètre de la lunette méridienne et en employant une échelle divisée sur verre (collée sur la glace) comme repère, ont donné un chiffre remarquablement constant pour la valeur de la partie du micromètre.

» Pour ces mesures, la lunette photographique jouait le rôle de collimateur; l'observateur, placé à la lunette méridienne, voyait les images comme si ces dernières étaient à l'infini.

7° Observations des contacts naturels.

» Le premier contact a été noté de quatre à six secondes trop tard; le quatrième, de trois à quatre secondes trop tôt.

» Mais ces estimations ne reposent pas sur une base assez sérieuse pour qu'il y ait lieu de tenir compte de ces observations dans les calculs de la parallaxe.

» Pour le deuxième et le troisième conctact, M. Le Pord et moi avions établi la convention de noter chacun trois instants distincts, savoir :

» 1° Le commencement du doute;

» 2° L'instant présumé du contact;

» 3° La fin du doute.

» Pour l'un et l'autre contact, les apparences ont une grande analogie avec celles que présente le point de tangence de deux pièces de monnaie, lorsque ce point est examiné de près sur un fond bien éclairé (expérience due à M. Hatt).

» L'instant adopté comme devant être celui du contact a été celui où les

franges ont passé de l'état d'immobilité relative à celui de tremblotement, ou inversement.

» Au deuxième contact, il s'est écoulé douze secondes entre le contact géométrique et le filet blanc.

» Au troisième contact, il s'est écoulé seize secondes entre le filet blanc et le contact géométrique.

» Les tops adoptés coïncident presque exactement avec la moyenne des heures limites.

» En résumé, les instants trouvés et proposés à l'acceptation de la Commission sont les suivants :

Deuxième contact	M. Fleuriais [8 pouces ($0^m,21$)]......	$9^h.40^m.42^s,31$	h. t. m. Obs. de Santa-Cruz. 6 déc., matin.
	M. Le Pord [6 pouces ($0^m,16$)]......	9.40.45,58	
Troisième contact	M. Fleuriais [8 pouces ($0^m,21$)]......	3.19. 0,04	h. t. m. Obs. de Santa-Cruz. 6 déc., soir.
	M. Le Pord [6 pouces ($0^m,16$)]......	3.18.59,94	

» Les tops soit du huit pouces ($0^m,21$), soit du six pouces ($0^m,16$), soit de la lunette méridienne, et les moments d'impression des épreuves photographiques, ont tous été enregistrés par le même chronographe à plumes multiples. La bande, actuellement déposée au Secrétariat, permettra donc toujours, le cas échéant, de remonter à l'origine d'une erreur de copie.

» La pendule a été réglée directement par les passages de Vénus et d'Altaïr au méridien.

8° Observations des contacts d'images doubles.

» L'emploi des prismes biréfringents pour multiplier, pour ainsi dire, les observations du deuxième et du troisième contact présentait un haut intérêt.

» Il convient en effet de remarquer que, les mêmes prismes servant à l'entrée et à la sortie, les contacts d'images doubles, en écartant toute discussion sur la valeur des angles de dédoublement, devaient être symétriques par rapport aux contacts naturels.

» L'angle de dédoublement de chaque prisme a été mesuré vingt-cinq fois du 10 octobre au 10 décembre, et cinq fois pendant le courant du phénomène.

» Les différentes valeurs s'écartent rarement de plus de $0'',2$. Des colliers de serrage et des repères sur les chariots de l'oculaire ont affirmé la constance de position des prismes pour les observations de contact et de mesure d'angle de dédoublement.

» Ces derniers angles ont été obtenus en faisant coïncider successivement le fil mobile du micromètre avec chacune des images du fil fixe dédoublé.

» La valeur de la partie du micromètre a été déterminée par l'observation de cinquante parcours de α^2 Centaure.

Contacts artificiels d'images doubles.

Prisme.	Distance des bords voisins.	Après le deuxième contact 6 décembre, matin.	Avant le troisième contact 6 décembre, soir.	Moyenne des heures matin et soir. Milieu du phénomène
		h m s	h m s	h m s
I........	9",65	9.44. 0,8	3.15.45,9	0.29.53,3
II.......	14,57	9.45.37,4	3.14.11,8	54,6
III......	19,59	9.47.15,0	3.12.20,0	47,5
IV......	23,92	9.48.43,2	3.10.56,2	49,7
V.......	28,46	9.50.08,4	3. 9.23,9	46,1
VI......	33,68	9.51.59,3	3. 7.44,9	52,1
VII.....	38,80	9.53.28,5	3. 5.55,9	42,2
VIII.....	44,41	9.55.49,5	3. 4.14,6	62,0
		Heure du milieu du phénomène.......		0.29.51,0

» Les VIe, VIIe et VIIIe prismes ont également été employés pour déterminer les instants où la distance des cornes passait par la valeur égale à l'angle de dédoublement d'un prisme donné. La nécessité de changer d'oculaire a fait manquer le VIIIe prisme à l'entrée, et le VIe à la sortie. Le VIIe, commun au matin et au soir, donne :

	Distance des cornes.	Matin.	Soir.	Heure du milieu.
		h m s	h m s	h m s
VIIe prisme.......	38",80	9.37.34,3	3.22. 6,7	0.29.50,5

» Si l'on revient maintenant aux contacts naturels, on trouve :

	h m s	
Deuxième contact..................	9.40.42,31	
Troisième contact..................	3.19. 0,04	
Heure du milieu..............................		0.29.51,17

» Cette coïncidence, presque rigoureuse, ne prouve évidemment rien en faveur de l'exactitude absolue des heures, mais elle affirme que les phases de l'entrée et de la sortie ont été observées de la même façon.

» G. FLEURIAIS. »

MISSION DU CHILI.

MM. **de Bernardières**, Lieutenant de vaisseau.
Barnaud, Lieutenant de vaisseau.
Favereau, Enseigne de vaisseau.

« Cerro-Negro, le 7 décembre 1882.

» Monsieur le Président,

« J'ai eu l'honneur de vous adresser hier soir un télégramme pour vous annoncer le plein succès de nos observations, favorisées par un ciel splendide, que ne pouvaient faire espérer la plupart des journées précédentes. Nous avions rarement eu, depuis notre arrivée au Chili, une atmosphère aussi pure dès le matin; la grande altitude de notre observatoire a également beaucoup contribué à la netteté des apparences du phénomène. Les procès-verbaux ci-joints ont été rédigés aussitôt après l'observation et avant toute communication entre les observateurs. Les heures, temps moyen de Paris, pourront être susceptibles d'une ratification de 3^s ou 4^s après la réduction des observations destinées à déterminer la longitude du Cerro-Negro.

» De nombreuses mesures micrométriques ont été effectuées et alternées avec des déterminations de diamètres et des différences d'ascension droite et de déclinaison. Les prismes ont été aussi employés. Les observations de mon collaborateur, M. Favereau, ont été faites avec une petite lunette méridienne disposée à cet effet. Malgré les faibles dimensions de l'instrument, les résultats obtenus paraissent très satisfaisants.

» J'aurai l'honneur de vous adresser, par le prochain courrier, le détail de nos observations, que nous nous occupons actuellement de mettre en ordre. Dès que ce travail sera effectué, nous prendrons, quant à ce qui nous concerne, les dispositions nécessaires pour déterminer les différences télégraphiques de longitude entre Santiago, Valparaiso, le Callao et Buenos-Ayres.

» Je suis, avec un profond respect, Monsieur le Président,

» Votre très obéissant serviteur,

» *Le chef de la Mission,*

» G. de Bernardières. »

OBSERVATION DU PASSAGE DE VÉNUS, LE 6 DÉCEMBRE 1882.

Cerro-Negro, près de San-Bernardo (Chili). — Équatorial de 0m,21 (8 *pouces*).

Observateur : M. de Bernardières. — Position approchée de l'observatoire : latit., 33°36′30″ Sud; longit., 4h52m3s Ouest.

PREMIER CONTACT.

Aperçu en dehors du bord du Soleil, à une distance de 10″ à 15″, une sorte de croissant éclairé faisant partie d'un disque ne se dessinant à l'opposé du Soleil que par une auréole lumineuse. L'aspect de ce disque a de l'analogie avec celui que présentait Vénus deux ou trois jours avant le phénomène.

Ce croissant disparaît comme une image fugitive.

Chronomètre (temps moyen) n° 476.	Compteur sidéral n° 828.	Pendule sidérale. Inscriptions chronographiques.	Heure (temps sidéral) du lieu.	Heure (temps moyen) du lieu.	Heure (temps moyen) de Paris.	Observations.
h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	
14. 4.56	14.14.43	14.15.30	14.16.35	21.15.33	2. 7.36	Environ quatre minutes après, le bord de Vénus produit sur le Soleil une échancrure assez grande pour qu'il soit impossible de reconstituer d'une façon quelque peu approchée le moment du contact.
			DEUXIÈME CONTACT.			
14.22.17	14.32. 7	14.32.54 (1)	14.33.58	21.32.55	2.24.58	Le bord extérieur de Vénus est entouré d'une auréole lumineuse plus claire que celle du contour de la planète qui est déjà engagé sur le Soleil.
14.22.54	14.32.44	14.33.31	14.34.36	21.33.33	2.25.36	Les deux disques sont encore mordus très nettement; aucune apparence particulière sur le bord du Soleil.
14.23.26	〃	14.34. 3 (2)	14.35. 8	21.34. 5	2.26. 8	Formation sur le bord du Soleil d'une petite bande noire aussi obscure que la planète et plus étendue que la corde commune de contact. Cette bande, qui a une épaisseur très faible, s'est produite fréquemment dans les observations au passage artificiel.
14.23.47	14.33.37	14.34.24 (3)	14.35.28	21,34.25	2.26.28	*Apparition d'un premier filet lumineux, non persistant.*
14.23.59	〃	14.34.36	14.35.41	21.34.38	2.26.41	*Le ligament existe encore, bien que le filet lumineux ait une certaine largeur et soit persistant.*
14.24.11	14.34. 3	14.34.48	14.35.53	21.34.50	2.26.53	Le ligament a entièrement disparu après avoir passé par des teintes plus claires; il s'est, en quelque sorte, fondu.
			TROISIÈME CONTACT.			
19.55.33	20. 6.25	20. 7. 5	20. 8.10	3. 6.12	7.58.15	Le bord de Vénus et celui du Soleil sont très nets. La partie qui les sépare commence à se colorer en jaune clair. Poussé la tirette du verre coloré pour obtenir plus d'intensité lumineuse. La teinte jaune disparaît presque entièrement.
19.57.41	20. 8.34	20. 9.14	20.10.19	3. 8.21	8. 0.24	Formation entre les deux bords et contre celui du Soleil d'un ligament un peu gris d'abord, puis noir. L'apparence est la même qu'au premier contact interne. Le filet lumineux n'est pas intercepté.
19.58. 6	〃	20. 9.39	20.10.44	3. 8.46	8. 0.49	*Contact géométrique assez net;* un filet lumineux très mince apparaît encore par instants.

Chronomètre (temps moyen) n° 476.	Compteur sidéral n° 828.	Pendule sidérale. Inscriptions chronographiques.	Heure (temps sidéral) du lieu.	Heure (temps moyen) du lieu.	Heure (temps moyen) de Paris.	Observations
h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	h m	
19.58.12	20. 9. 6	20. 9.45	20.10.51	3. 8.53	8. 0.56	Disparition du filet lumineux.
19.58.35	20. 9.28	20.10. 8	20.11.13	3. 9.15	8. 1.18	Le bord de Vénus est mordu d'une façon très apparente sur le bord du Soleil.
			QUATRIÈME CONTACT.			
20.16.14	20.27.10	20.27.49	20.28.54	3.26.53	8.18.56	Aucune coloration sur les bords; l'échancrure est très nette.
20.17.52	20.28.48	20.29.28	20.30.33	3.28.32	8.20.35	Les deux disques sont encore en contact d'une façon apparente.
20.18. 2	20.28.59	20,29.39	20.30.4	3.28.42	8.20.46	Le bord du Soleil ne porte plus aucune trace d'échancrure. Vénus paraît entièrement sortie. *C'est l'heure qui doit être adoptée pour le contact.*
20.18.11	20.29. 8	20.29.47	20.30.53	3.28.51	8.20.55	Le phénomène est certainement terminé.

Le deuxième contact externe a été le plus net et s'est produit sans aucun trouble lumineux. Il ne semble pas qu'il puisse y avoir une indécision de plus de deux ou trois secondes sur le moment donné plus haut.

Comparaisons, vers 6h30m matin, le 6 décembre.

	h m s		h m s
Pendule........	11.22.50	Pendule.....	11.25.40
Chronom. n° 476.	11.12.44,8	Compt. n° 828.	11.24.49,5
	0.10. 5,2		0. 0.50,5

Comparaisons, vers 3h40m soir, le 6 décembre.

	h m s		h m s
Pendule........	20.33.20	Pendule.....	20.35.10
Chronom. n° 476.	20.21.43,4	Compt. n° 828.	20.34.30,5
	0.11.36,6		0. 0.39,5

Pour copie conforme du procès-verbal établi aussitôt après le passage,

Le Chef de la Mission,
O. DE BERNARDIÈRES.

Note complémentaire faite après la rédaction du procès-verbal ci-dessus.

Premier contact. — Au moment où j'ai aperçu l'échancrure sur le bord du Soleil, l'erreur commise dans une estimation du temps de contact aurait pu atteindre vingt secondes; dans ces conditions, j'ai préféré m'abstenir de donner une heure qui serait trop incertaine. Les bords de l'échancrure, et particulièrement les pointes des cornes, ont été moins nets qu'à l'approche du quatrième contact.

Deuxième contact. — *[1] L'auréole lumineuse qui entoure Vénus est d'une couleur très claire; les cornes sont assez nettes; il y a cependant quelques ondulations. — [2] Cette bande, plus large que les cornes, ressemble à une embase plaquée sur le Soleil, elle a une épaisseur uniforme, et ses bords extérieurs sont parfaitement terminés. — [3] Le phénomène de l'apparition du filet lumineux a été très net; à partir de ce moment, des ondulations se sont produites, le filet lumineux disparaissant et apparaissant fréquemment jusqu'à 14h34m36s, heure à laquelle la lumière devient persistante. A partir de 14h34m30s, les deux bords sont séparés par des teintes grises; *suivant la définition donnée dans les instructions de la Commission internationale, ce moment devrait être celui du contact.*

Troisième contact. — Je considère le troisième contact comme ayant eu lieu à 20h9m39s. C'est le moment où le ligament a été entièrement formé et a pris une teinte aussi noire que celle du corps de la planète.

Quatrième contact. — Les cornes sont d'une netteté extraordinaire, et il est facile de suivre jusqu'au dernier instant la trace de l'échancrure.

État de la pendule sidérale d'après les observations faites avant, pendant et après le phénomène.

Retard : premier contact, 0h1m4s,64; deuxième contact, 0h1m4s,67; troisième contact, 0h1m5s,31; quatrième contact, 0h1m5s,34.

Cerro-Negro, le 7 décembre 1882.

Le Chef de la Mission,
O. DE BERNARDIÈRES.

*[1] Tops donnés au chronographe relié à la pendule sidérale.

Cerro-Negro, près de San-Bernardo (Chili). — *Équatorial de* $0^m,16$ (6 *pouces*).

Observateur : M. Barnaud. — Position approchée de l'observatoire : latitude, 33°,36; longitude, $4^h 52^m 3^s$ Ouest.

PREMIER CONTACT (EXTERNE) : 2 TOPS.

Chron. 541.	Chron. Dent.	Pendule sidérale chronographe.	Heure sidérale.	Heure temps moyen.	Heure t. moy. Paris.	
				Premier top.		
h m s 1.58.51,5	h m s »	Le top n'a pas été inscrit.	h m s 14.13.13,47	h m s 9.12.14,44	h m s 2. 4.17,44	Une sorte d'auréole lumineuse se forme en dehors du Soleil, on croit distinguer le disque de Vénus.
				Deuxième top.		
2. 1.38	9.17	Id.	14.15.59, 7	9.15	2. 7. 3	Apparaît une discontinuité bien définie sur le bord lumineux du Soleil; elle pouvait exister depuis vingt secondes environ, à en juger par l'échancrure déjà produite.

DEUXIÈME CONTACT (INTERNE) : 4 TOPS.

Observations générales. — Bien avant le contact, on voit la partie du disque qui est en dehors du Soleil. Tout autour du disque on distingue une auréole lumineuse qui se rapproche de plus en plus du bord du Soleil et pourrait faire croire à un contact.

Vénus a l'aspect suivant : au centre un noyau très noir, et tout autour une partie moins foncée, mais qui limite assez bien les bords de la planète. L'auréole lumineuse est comme l'illumination des contours de cette partie moins foncée.

Une minute et demie avant mon premier top, l'auréole lumineuse est bien accentuée, surtout autour de la partie du disque qui a déjà pénétré sur le Soleil. A mesure que Vénus entre, l'auréole lumineuse gagne sur le bord du Soleil et pourrait faire croire à un contact.

Chron. 541.	Chron. Dent.	Pendule sidérale chronographe.	Heure sidérale.	Heure temps moyen.	Heure t. moy. Paris.	
				Premier top.		
h m s 2.20.13,5	h m s 9.35.36,5	h m s 14.33.35,4	h m s 14.34.40	h m s 9.33.37	h m s 2.25.40	Filet lumineux.
				Deuxième top.		
2.20.38,5	″	14.33.59,5	14.35. 3	9.34. 4	2.26. 3	Disparition du filet lumineux; entre Vénus et le Soleil une ombre moins noire que le noyau de la planète se forme; elle doit faire partie du disque de Vénus.
				Troisième top.		
2.20.48,5	″	14.34.13,58	14.35.14	9.34.11	2.26.14	Nouvelle apparition d'un filet lumineux bien déterminé.
Observation verbale sans top						Ombre entre Vénus et le Soleil.
				Quatrième top.		
2.21.16,5	″	14.34.37,24	14.35.42	9.34.38	2.26.41	Rupture de l'ombre; elle ne se reforme plus.

TROISIÈME CONTACT (INTERNE) : 2 TOPS.

Chron. 541.	Chron. Dent.	Pendule sidérale chronographe.	Heure sidérale.	Heure temps moyen.	Heure t. moy. Paris.	
				Premier top.		
7.55.13	3.10.35,5	20. 9.28,64	20.10.34	3. 8.36	8. 0.39	Un léger ligament se forme entre Vénus et le Soleil; sur le bord lumineux du Soleil commence la discontinuité.
				Deuxième top.		
7.55.31	″	20. 9.47	20.10.52	3. 8.54	8. 0.57	Contact géométrique *très prononcé.*

QUATRIÈME CONTACT (EXTERNE) : 1 TOP.

Chron. 541.	Chron. Dent.	Pendule sidérale chronographe.	Heure sidérale.	Heure temps moyen.	Heure t. moy. Paris.	
8.15.26	3.20.49,5	20.29.45,14	20.30.50	3.28.49	8.20.52	Cesse toute discontinuité dans l'illumination du bord du Soleil. Vénus disparaît.

Cerro-Negro, près de San-Bernardo (Chili).

Équatorial de $0^m,16$ (6 pouces). — Observateur : M. Barnaud.

(Note faite rapidement dès la fin des observations et remise immédiatement au chef de la Mission.)

« Pour noter les temps, nous avions à notre disposition le chronomètre Winnerl 541, un chronomètre anglais que nous avait prêté le Directeur de l'Observatoire de Santiago et un chronographe inscrivant l'heure de la pendule sidérale.

		h m s
Comparaison avant.	541	1.21.30
	Pendule	1.34.41
	Chronomètre anglais	8.39.30
	Pendule	1.37.18,7
Comparaison après.	541	8.49. 0
	Pendule	9. 3.24
	Chronomètre anglais Dent	4. 0. 0
	Pendule	8.59. 1

États de la pendule sidérale aux moments des contacts.

	h m s	
Au premier contact	0.1.4,64	retard
Au deuxième contact	0.1.4,67	
Au troisième contact	0.1.5,31	
Au quatrième contact	0.1.5,34	

» L'équatorial de $0^m,16$ (6 pouces) de Genève n'obéissant ni à la manette pour le mouvement en ascension droite, ni à la manette de déclinaison, et de plus n'étant pas toujours entraîné par le mouvement d'horlogerie, les deux mains de l'observateur étaient occupées à manœuvrer l'instrument; par suite, il ne pouvait tenir lui-même le top du chronographe qui, dès lors, était pressé au moment voulu par le timonier Mercier.

» Au moment des contacts, l'assistant chargé du chronomètre anglais Dent devait surtout prêter son attention à l'inscription des observations verbales, de sorte qu'il n'a pas eu le temps de noter les heures de chaque phase.

» *Note écrite le 7 décembre au matin.* — Après une étude complète de nos observations, nous sommes amené à interpréter de la manière suivante quelques-uns des tops donnés :

» *Premier contact.* — Le deuxième top a été donné au moment où l'échancrure sur le bord du Soleil était déjà accentuée. Nous avons estimé que ce top pouvait être en retard de vingt secondes. Cette appréciation n'apporte

pas assez de certitude pour qu'on puisse en déduire avec une précision suffisante l'instant du contact.

» *Deuxième contact.* — Pendant tout son trajet sur le Soleil, Vénus a toujours été vue par nous sous l'aspect décrit plus loin, c'est-à-dire présentant un noyau central très noir, entouré d'une ombre *légèrement moins noire*, mais aux contours bien définis. Nos mesures nous ont permis de constater souvent que ces contours faisaient bien partie du disque de Vénus.

» A son entrée sur le Soleil, elle présentait le même aspect, mais de plus elle était entourée d'une auréole lumineuse parfois très brillante. Nous pensons que la rupture de l'ombre, notée en regard du quatrième top, doit être l'instant du premier contact interne. Les filets lumineux dont l'apparition correspond au premier et au troisième top provenaient sans doute de l'auréole dont nous avons déjà parlé. Nous devons pourtant attirer l'attention sur ce fait que le filet lumineux dont l'instant correspond au troisième top avait une largeur appréciable.

» *Troisième contact.* — Notre premier top nous paraît devoir être pris comme l'instant du contact.

» *Quatrième contact.* — Nous n'avons donné qu'un top, celui où l'échancrure sur le bord du Soleil s'est trouvée réduite à rien.

» Pendant toute la durée de nos observations il nous a été possible de voir très distinctement les granulations du Soleil.

» San Bernardo, le 8 décembre 1882.

« Pour copie conforme :
« BARNAUD. »

Cerro-Negro, près de San-Bernardo (Chili).

LUNETTE MÉRIDIENNE DU DÉPÔT DE LA MARINE N° 42.

Observateur : M. FAVEREAU. — Position approchée de l'observatoire : latitude, 33°36′30″; longitude, $4^h 52^m 3^s$ Ouest.

Heures auxquelles les tops ont été donnés.					
Heure du compteur 852 Dumas.	Heure de la pendule sidérale.	Heure sidérale du lieu.	Heure moyenne du lieu.	Heure moyenne de Paris.	
				PREMIER CONTACT.	
h m s 9.19.40	h m s 14.13.53,4	h m s 14.14.58,0	h m s 21.13.58,1	h m s 2. 6. 1,2	*Premier top.* — J'ai cru à ce moment apercevoir une petite échancrure, mais ce pourrait bien être une illusion causée par le mouvement ondulatoire du bord du Soleil (pourtant assez faible), car je l'ai perdue de vue immédiatement après. Il m'a semblé l'apercevoir encore une fois quelques secondes plus tard, mais d'une façon fugitive.

Heures auxquelles les tops ont été donnés.					
Heure du compteur 952 Dumas.	Heure de la pendule sidérale.	Heure sidérale du lieu.	Heure moyenne du lieu.	Heure moyenne de Paris.	
h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	
9.20.21,2	14.14.34,6	14.15.39,2	21.14.39 3	2. 6.42,4	*Deuxième top.* — Ce n'est qu'à ce moment que l'échancrure m'a apparu d'une façon nette et persistante. J'ai estimé, *à vue,* la distance des cornes à ce moment à cinq épaisseurs de fil de ma lunette, soit 20″ (cette distance de cinq épaisseurs de fils ou de 20″ est une mesure à laquelle j'avais habitué mon œil à l'avance).
					DEUXIÈME CONTACT.
9.36.24	14.30.40,4	14.31.45,1	21.30.42,1	2.22.45,2	*Troisième top.* — A ce moment, encore éloigné de plusieurs minutes de l'instant du contact, tout le bord de Vénus m'apparaît en dehors du Soleil entouré d'une auréole lumineuse. Le corps même de la planète situé à l'extérieur du Soleil est éclairé d'une lumière cendrée.
9.37.28	14.31.44,4	14.32.49,1	21.31.46,1	2.23.49,2	*Quatrième top.* — Le bord extérieur de Vénus s'éclaire davantage. Les cornes continuent à être très nettes.
9.39.35	14.33.51,4	14.34.56,1	21.33.53,1	2.25.56,2	*Cinquième top.* — Le contact géométrique paraît avoir lieu. Les cornes, toujours nettes, sont distantes d'environ cinq épaisseurs de fil.
9.40. 7	14.34.23,4	14.35.28,1	21.34.25,1	2.26.28,2	*Sixième top.* — L'attache noire qui réunit le corps de la planète au bord du Soleil s'éclaircit sensiblement.
9.40.20	14.34.36,4	14.35.41,1	21.34.38,1	2.26.41,2	*Septième top.* — Apparition du filet lumineux (l'heure de $9^h40^m7^s$ est celle à partir de laquelle la discontinuité dans l'illumination du bord du Soleil a cessé d'être persistante). C'est donc celle qui paraît correspondre à la définition du contact interne, donnée dans les Instructions formulées par la Conférence internationale. L'heure de $9^h40^m20^s$ est celle à partir de laquelle la lumière séparant les bords n'a plus été obscurcie que par des ombres grises apparaissant et disparaissant alternativement pendant quelques instants encore.
					TROISIÈME CONTACT.
3.13.15	20. 8.25,8	20. 9.31,1	3. 7.33,1	7.59.36,2	*Huitième top.* — Le filet lumineux est très clair. La distance des bords voisins égale environ l'épaisseur d'un fil.
3.14.22	20. 9.32,8	20.10.38,1	3. 8.40,1	8. 0.43,2	*Neuvième top.* — Jonction grise.
3.14.36	20. 9.46,8	20.10.52,1	3. 8.54,1	8. 0.57,2	*Dixième top.* — Jonction noire; les cornes sont distantes de cinq épaisseurs de fil environ. J'ai attendu jusqu'à $3^h14^m36^s$ pour donner ce top, afin d'être bien certain que le lien qui réunissait les bords de Vénus et du Soleil était aussi noir que le corps de la planète. Mais, à vrai dire, ce lien a foncé presque subitement après le top de $3^h14^m22^s$, de sorte que je prendrais la moyenne de ces deux tops, soit $3^h14^m29^s$, comme heure du contact tel qu'il est défini par les Instructions.
3.14.55	20.10. 5,8	20.11.11,1	3. 9.13,1	8. 1.16,2	*Onzième top.* — Contact géométrique apparent.
					QUATRIÈME CONTACT.
3.34.27	20.29.41,1	20.30.46,4	3.28.45,1	8.20.48,2	*Douzième top.* — Toute trace d'échancrure du Soleil a disparu. *N.-B.* — Je n'ai pas vu se produire à la sortie le même phénomène d'illumination du bord de Vénus extérieur au Soleil que j'avais constaté à l'entrée.

Comparaisons du compteur 952 Dumas (temps moyen) qui a servi à l'observation avec la pendule.

6 décembre 1882, vers 9h5m du matin.

	h m s
Pendule	2. 4. 0
Compteur (952 Dumas)	9. 9.48,2
Pendule. — Compteur	4.54.11,8
Hs. — Pendule	0. 1. 4,6
Hs. — Compteur	4.55.16,4
Ascension droite moyenne	17. 0.58,2
Compteur. — Heure moyenne	0. 5.41,8

6 décembre 1882, vers midi.

	h m s
Pendule	5. 1. 0
Compteur 952 Dumas	0. 6.19,5
Pendule. — Compteur	4.54.40,5
Heure sidérale. — Pendule	0. 1. 5,0
Heure sidérale. — Compteur	4.55.45,5
Ascension droite moyenne	17. 1.27,4
Compteur. — Heure moyenne	0. 5.41,9

6 décembre 1882, vers 2h49m du soir.

	h m s
Pendule	7.49.30
Compteur 952 Dumas	2.54.22,5
Pendule. — Compteur	4.55. 7,5
Heure sidérale. — Pendule	0. 1. 5,3
Heure sidérale. — Compteur	4.56.12,8
Ascension droite moyenne	17. 1.54,7
Compteur. — Heure moyenne	0. 5.41,9

6 décembre 1882, vers 3h52m du soir.

	h m s
Pendule	8.53. 0
Compteur 952 Dumas	3.57.42,2
Pendule. — Compteur	4.55.17,8
Heure sidérale. — Pendule	0. 1. 5,4
Heure sidérale. — Compteur	4.56.23,2
Ascension droite moyenne	17. 2. 5,1
Compteur. — Heure moyenne	0. 5.41,9

L'état de la pendule (Heure sidérale — Pendule) a été déduit d'observations calculées jusqu'au 6 décembre. Il peut être considéré comme exact à 0s,1 près.

Quant au compteur, temps moyen (952 Dumas), on voit qu'on peut le considérer comme étant en avance constante de 5m41s,9 sur l'heure moyenne de l'observatoire pendant toute la durée du passage.

Observatoire du Cerro-Negro, le 6 décembre 1882, vers 4h15m du soir.

Pour copie conforme : *L'Observateur,*

FAVEREAU.

Note explicative écrite après la rédaction ci-dessus.

L'heure que j'adopterais comme étant celle du premier contact serait celle du deuxième top diminué de l'intervalle de temps nécessaire à la planète pour passer du contact géométrique à la position notée au deuxième top, c'est-à-dire faisant sur le bord du Soleil une échancrure dont la hauteur égale 20″.

MISSION DE CHUBUT.

MM. **Hatt**, Ingénieur hydrographe de la Marine.
Leygue, Lieutenant de vaisseau.
Mion, Sous-Ingénieur hydrographe de la Marine.

« Chubut, 6 décembre 1882, 6h du soir.

» MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» La goëlette qui fait le service postal entre Chubut et Buenos-Ayres, et qui a emporté notre courrier du 29 novembre, a été retenue à l'embouchure

de la rivière par le vent contraire. Nous devons bénir, à cette occasion, la barre de la rivière qui a retardé ce départ et qui me permet d'ajouter un *post-scriptum* important à ma première lettre. C'est un succès complet et inespéré que j'ai l'honneur de vous annoncer. Nous avons pu observer les quatre contacts et obtenir 562 clichés photographiques.

» Le temps avait si mauvaise apparence hier au soir et ce matin, que j'ai cru tout perdu. Jusqu'à 9^h, le ciel était complètement couvert; à ce moment il s'est produit quelques éclaircies qui ont permis de voir le Soleil à des intervalles de plus en plus rapprochés. A $9^h 30^m$, à l'heure annoncée, la planète a fait son entrée et, à partir de ce moment, nous avons pu la suivre jusqu'au contact intérieur, qui a été noté presqu'à la même heure par M. Leygue et par moi. Pendant toute la durée du passage, le temps a été splendide; à peine quelques petits nuages sont-ils venus interrompre le travail des deux lunettes photographiques, celle de la Commission et celle que M. d'Abbadie a bien voulu me confier. M. Mion s'est surpassé, surveillant les deux instruments et la manœuvre dans la chambre noire, où il faisait tellement chaud que les hommes distribuant les châssis n'en pouvaient supporter le séjour plus de trois quarts d'heure.

» A $3^h 15^m$, les observateurs des contacts sont retournés à leurs instruments; le deuxième contact intérieur a été apprécié par M. Leygue et par moi, et les chiffres obtenus diffèrent de moins d'une seconde. La sortie définitive a été appréciée aussi bien que possible; quoique nos résultats soient peu différents, il est clair que l'on ne peut compter entièrement sur leur exactitude : l'observation en elle-même n'est pas susceptible d'une grande précision.

» Moins de cinq minutes après la sortie, le ciel s'est couvert du côté de l'ouest, des nuages orageux sont venus cacher le Soleil : c'est par un bonheur tout à fait providentiel que cette éclaircie de six heures de durée a coïncidé avec l'important phénomène astronomique que nous sommes venus observer. Au moment où je vous écris, il pleut légèrement.

» Voici un premier aperçu des résultats obtenus pour les deux contacts intérieurs.

» *A l'entrée :*

» Moins de cinq minutes après le contact extérieur, le disque entier de la planète m'est apparu : une petite auréole blanchâtre entourait le disque, principalement vers le sud. Le ciel n'était pas d'une pureté parfaite et, quand la brume s'épaississait par moments, je ne voyais plus l'auréole. Six minutes avant le contact, l'auréole a reparu entourant toute la planète, qui se

détachait nettement du Soleil, apparaissait avec sa forme sphérique et était très manifestement située en avant du Soleil. Le spectacle était très beau et je ne pus m'empêcher de l'admirer, malgré l'appréhension que j'éprouvais au point de vue de la netteté du contact.

» Trois minutes avant le contact, la brume s'épaissit et l'image disparaît pendant près d'une minute, puis elle reparaît; l'auréole est toujours visible; grâce à sa présence, j'apprécie assez nettement le moment où le disque apparent de Vénus semble en contact avec le bord prolongé du Soleil; ce contact géométrique a lieu à $14^h55^m30^s$ (temps sidéral de Chubut le 5 décembre).

» A 55^m56^s, le contour extérieur de l'auréole me semble en contact à son tour.

» A 56^m11^s, j'aperçois des franges entre la planète et le Soleil : ce moment est pour moi celui du contact intérieur.

» A 56^m17^s, j'ai conscience d'un léger filet blanc de lumière.

» A 56^m30^s, il y a réapparition de franges, mais qui sont dues évidemment aux ondulations atmosphériques et au passage de brumes légères. Enfin à 56^m51^s le filet blanc avait plus de 1" de largeur.

» M. Leygue a donné trois tops; à $14^h56^m16^s$, il y a un ligament grisâtre entre le Soleil et la planète : c'est pour lui le moment du contact.

» A $14^h56^m37^s$, un point noir relie Vénus au Soleil.

» A $14^h56^m55^s$, la planète est certainement dans le Soleil.

» L'auréole a paru un instant quand Vénus était entrée à moitié, mais elle n'a pas persisté.

» *A la sortie :*

» Les images sont moins belles qu'à l'entrée; le vent s'est élevé, la lunette de $0^m,21$ (8 pouces) oscille très fortement et les images par elles-mêmes sont très ondulantes. A $20^h32^m36^s$, je constate la première apparition de franges; à $20^h32^m52^s$ les franges s'accentuent; à $20^h33^m37^s$ les franges se réunissent en une teinte uniforme : c'est à ce moment que je donne le top du contact. Je constate cependant une sorte de lueur onze secondes plus tard à 33^m48^s : est-ce une illusion, est-ce une manifestation de l'auréole? Il ne m'appartient pas de le décider.

» A 33^m56^s, la goutte est formée très noire; le contact géométrique, beaucoup moins net qu'à l'entrée, me paraît coïncider à peu près avec cet instant. La planète n'a pas d'auréole; un léger petit filet blanchâtre apparaît cependant dans le voisinage de la corne la plus au sud; le ciel devient moins clair. Pendant toute la sortie, la partie de la planète projetée sur le disque du Soleil est restée très noire.

» A $54^{m}0^{s}$, tout avait disparu (temps sidéral de Chubut le 6 décembre).

» Voici l'observation de M. Leygue à la lunette de $0^{m},16$ (6 pouces).

» A $20^{h}33^{m}37^{s},2$, ligament gris : c'est le moment indiqué pour le contact.

» A $20^{h}35^{m}48^{s},2$, formation d'une goutte de peu d'étendue.

» A $20^{h}54^{m}8^{s},2$, Vénus est sortie. Aucune trace d'auréole.

» En prenant les moyennes de nos deux résultats, on obtient :

» *Entrée*, premier contact intérieur, 5 décembre, $21^{h}55^{m}10^{s}$, temps moyen du lieu.

» *Sortie*, deuxième contact intérieur, 6 décembre, $3^{h}31^{m}39^{s}$, temps moyen du lieu.

» Latitude 43°18'40" sud; longitude $4^{h}29^{m}43^{s}$ à l'ouest de Paris.

» Ces heures sont données approximativement; elles sont calculées rapidement, et je ne les donne pas comme définitives. Ce sont les époques notées directement sur les montres. La bande du chronographe, qu'il ne m'est pas possible de dépouiller immédiatement, fournira un contrôle à toutes ces indications.

» Je suis avec un profond respect, Monsieur le Président,

» Votre très obéissant serviteur.

» PH. HATT. »

NOTES SUPPLÉMENTAIRES.

« Le dépouillement, fait ultérieurement, de la bande du chronographe permet de rectifier les chiffres précédemment cités.

» Voici quelles sont, pour les phases les plus intéressantes du phénomène, les heures qu'il convient d'adopter d'une manière définitive.

LUNETTE DE $0^{m},21$ (8 POUCES).

Entrée (deuxième contact).

h m s	
14.56.11,5.....	Première apparition de franges entre les deux astres.
14.56.17,6.....	Premier filet blanc.
14.56.29,7.....	Deuxième apparition de franges.
14.56.46,6.....	Filet blanc bien accentué.

Temps sidéral du lieu le 5 décembre.

Sortie (troisième contact).

h m s	
20.33.33,6.....	Le contact n'a pas encore lieu.
20.33.38,1.....	Contact ; une ombre traverse la teinte grise des franges.
20.33.48,7.....	Apparition fugitive de la lueur de l'auréole.
20.33.56,1.....	Goutte formée très noire, apparence de contact géométrique.

Temps sidéral du lieu le 6 décembre.

LUNETTE DE $0^m,16$ (6 POUCES).

Entrée (deuxième contact).

$14^h.56^m.17^s,4$. ..	Les deux astres sont reliés par un ligament grisâtre.
14.56.27,1.. ..	Un point noir relie Vénus au Soleil.
14.56.34,9.. ..	Filet blanc bien accentué.

Sortie (troisième contact).

$20^h.33^m.36^s,4$.....	Formation de ligaments grisâtres.
20.33.47,2.. ..	Formation d'une goutte noire de peu d'étendue.
20.34. 6,6.. ..	Échancrure très prononcée.

» Les apparences obtenues pour les phénomènes des contacts, à la lunette de $0^m,21$ (8 pouces), se rapprochent de celles qu'ont présentées les observations de passages artificiels dans les conditions où elles ont été faites à Chubut. Pendant les belles journées qui ont précédé le 6 décembre, on observait sur l'appareil à passages, lequel était vivement éclairé au moyen d'un miroir orienté de manière à faire pénétrer les rayons solaires dans l'axe de la lunette. Quelles que fussent les apparences des images déformées par les ondulations de ce sol sablonneux surchauffé, il y a un phénomène qui est demeuré constant; c'est, à l'entrée, l'apparition de franges entre les deux astres. Ces franges étaient traversées par un ligament noir tant que le contact n'avait pas lieu et elles devenaient continues à ce moment. A la sortie au contraire, les franges persistaient, sur toute l'étendue de l'espace séparant les deux astres, tant que le contact n'avait pas lieu; presque subitement, à ce moment, un ligament ou une ombre noire venait traverser les franges et relier les deux astres. Une expérience vulgaire, qui consiste à rapprocher deux disques l'un de l'autre, à une petite distance de l'œil, permet de vérifier immédiatement la réalité de ces apparences.

» L'auréole qui entourait Vénus, le 6 décembre, et qui a persisté jusqu'au deuxième contact, est venue compliquer ces phénomènes; mais, grâce aux exercices précédents, sa présence a été moins gênante qu'on n'eût pu l'imaginer.

» A $14^h55^m30^s$, temps sidéral, le bord du Soleil, prolongé par la pensée au delà de la partie relevée qui avoisine le point de contact, se trouve tangent au bord de Vénus; l'auréole reste très brillante; des franges existent de part et d'autre de la région du contact (*fig.* 1).

» A $14^h55^m56^s$, le contour extérieur de l'auréole paraît être en contact

avec le bord prolongé du Soleil; les franges s'accentuent; le bord encore relevé du Soleil montre que le contact n'a pas lieu (*fig.* 2).

Fig. 1.

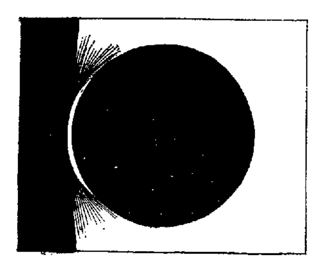
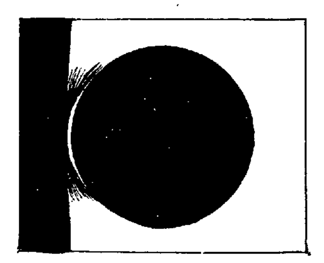
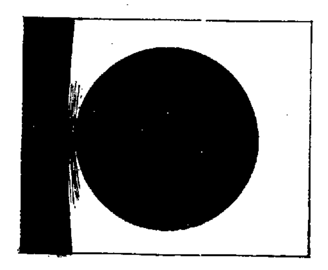


Fig. 2.



» A $14^h 56^m 11^s,5$, l'auréole disparaît subitement, les franges viennent se rejoindre et remplir tout l'espace compris entre la planète et le Soleil (*fig.* 3).

Fig. 3.



» Ce moment est celui que j'ai indiqué pour le deuxième contact et il correspond exactement aux apparences du passage artificiel; il y a lieu toutefois de se demander si le filet blanc qui m'est apparu presque immédiatement après, à $14^h 56^m 17^s,6$, n'est pas un retour de l'auréole. Il est probable qu'une ondulation du bord du Soleil a produit l'effet d'un retour en arrière du phénomène, et ce qui semble le prouver, c'est la deuxième apparition de franges qui s'est produite à $14^h 56^m 29^s,7$ dans des conditions absolument semblables à la première. Nous avons pu remarquer, du reste, lors des exercices, que le filet blanc définitif ne se produisait que vingt secondes environ après l'apparition des franges.

» La production de ce filet blanc, à $14^h 56^m 46^s,6$, indique la fin des phénomènes de l'entrée.

» Si l'on adopte l'interprétation précédente, l'instant du premier contact intérieur est compris entre $14^h 56^m 11^s,5$ et $14^h 56^m 29^s,7$, et il semble

naturel de prendre pour cet instant la moyenne de ces deux valeurs, c'est-à-dire $14^h 56^m 20^s,6$, heure sidérale du lieu.

» L'objectif de la lunette de $0^m,21$ (8 pouces) était à peine argenté, les images étaient très intenses et le verre de couleur a été maintenu dans la partie la plus claire, de manière, simplement, à éviter la fatigue de l'œil.

» C'est probablement par suite d'une argenture plus forte de l'objectif de $0^m,16$ (6 pouces) que les apparences constatées par M. Leygue ont été différentes de celles que j'ai obtenues. Les phénomènes du contact se sont produits dans des conditions beaucoup plus géométriques.

» M. Leygue indique comme instant du contact, à l'entrée, l'apparition d'un ligament grisâtre entre les deux astres à $14^h 56^m 17^s,4$, mais dix secondes plus tard un point noir a relié Vénus et le Soleil. Il semblerait donc que là aussi il s'est produit un retour en arrière du phénomène et peut-être l'instant indiqué pour le contact doit-il être un peu retardé.

» A la sortie, pour le troisième contact, je n'ai éprouvé aucune indécision : l'apparence a été exactement celle que nous avons constatée aux observations artificielles. Les franges qui existaient entre les deux astres ont été subitement traversées par une ombre noire à $20^h 33^m 38^s$, et ne se sont plus réunies après ce moment, qui est pour moi celui du contact. L'apparition d'une lueur dix secondes plus tard est explicable par l'auréole, qui, du reste, a été vue dans la suite vers la corne la plus méridionale.

» M. Leygue indique, comme moment de contact, celui de l'apparition, à $20^h 33^m 36^s,4$, de ligaments grisâtres; la goutte noire n'est formée que onze secondes plus tard, à $47^s,2$; il est probable que le contact a lieu entre ces deux instants.

» En résumé, après conversion du temps sidéral en temps moyen, on pourrait admettre, pour résultats des observations de contacts faites à Chubut, les nombres suivants :

Lunette de $0^m,21$ (8 *pouces*) *d'ouverture.*

		Temps moyen.
		h m s
Deuxième contact.	5 décembre	21.55.17,7
Troisième contact.	6 »	3.31.39,9
Durée du passage	....	5.36.22,2

Lunette de $0^m,16$ (6 *pouces*) *d'ouverture.*

		Temps moyen.
		h m s
Deuxième contact.	5 décembre	21.55.14,5
Troisième contact.	6 »	3.31.38,2
Durée du passage	....	5.36.23,7

Observation du passage de Vénus à Montevideo, le 6 décembre 1882, par M. A. DE PENFENTENYO, Capitaine de frégate, Commandant du *La Bourdonnais*, chez M. le Dr Mendez, Sénateur de la République Orientale.

« *Description du phénomène.* — A 9^h, le ciel est parfaitement couvert; un grain venant de l'est vient encore l'assombrir et amène de la pluie qui dure jusqu'à $10^h 15^m$ environ.

» Vers $10^h 20^m$, le ciel se dégage beaucoup, on aperçoit le Soleil à travers les nuages; braqué la lunette sur le Soleil et constaté que Vénus est déjà en partie entrée sur le disque solaire. Le ciel continue à se dégager, les images deviennent nettes.

» *Premier contact intérieur :* $10^h 31^m 10^s$. — A $10^h 30^m 57^s$, le pont est très nettement formé et paraît se rompre à $10^h 31^m 10^s$, heure temps moyen de Montevideo, résultant d'observations faites au sextant le 28 novembre et le 5 décembre après-midi, avec un chronomètre dont la marche entre ces deux observations a été trouvée de $0^s,53$.

» Il faut ajouter que $10^h 31^m 10^s$ est l'heure où l'on a aperçu un premier filet de lumière entre le bord de la planète et celui du Soleil. A partir de cet instant les bords des deux astres ont semblé animés d'un mouvement d'ondulation en vertu duquel le pont ou la goutte noire semblait se rompre et se reformer par les oscillations des images.

» Ces ondulations ont cessé et le filet de lumière entre le bord de la planète et celui du Soleil est devenu permanent à partir de $10^h 31^m 28^s$.

» *Deuxième contact intérieur :* $4^h 4^m 47^s$. — A 4^h, au moment du phénomène de sortie, le ciel était nuageux, mais les images étaient assez nettes.

» A $4^h 4^m 14^s$, les images commencent à onduler, mais sans que l'on cesse un seul instant d'apercevoir un filet lumineux plus ou moins large entre le bord de la planète et celui du Soleil.

» A $4^h 4^m 33^s$, le filet lumineux paraît ne plus être permanent, mais les moments où il est bien visible sont sensiblement plus longs que ceux où les ondulations le font disparaître.

» A $4^h 4^m 47^s$, les ondulations sont telles qu'il semble y avoir égalité entre les moments où le filet lumineux apparaît et ceux où il disparaît.

» Puis le filet lumineux devient de plus en plus étroit et de moins en moins fréquent, et il ne reparaît plus à partir de $4^h 5^m 12^s$, temps moyen du lieu d'observation.

Position du lieu d'observation.

A 250^m au N. 32 O. de la cathédrale de Montevideo.

Position de la cathédrale	Latitude S.	34°54′33″
	Longitude O.	3^{h}54^{m}10^s

Description de la lunette.

» Distance focale : 1^m,54.

» Dimension de l'objectif : 11^{cm} d'ouverture.

» Grossissement : 110 environ.

» Fabricant : Gaggini et Moisette, rue de l'Échelle, à Paris.

» *Nota.* — La lunette sépare nettement α de la Croix et β d'Orion.

» *Le Capitaine de frégate Commandant le* La Bourdonnais.

» A. DE PENFENTENYO. »

MISSION DU RIO NEGRO.

MM. **Perrotin**, Astronome, Directeur de l'Observatoire de Nice.
Tessier, Lieutenant de vaisseau.
Delacroix, Lieutenant de vaisseau.
Guénaire, Photographe.

« Patagonès, le 10 décembre 1882.

» MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» Je profite du départ d'un voilier qui se rend à Buenos-Ayres pour vous envoyer quelques renseignements sur les travaux exécutés par la Mission depuis son arrivée à Patagonès et en particulier sur les observations faites dans la journée du 6 décembre.

» J'ai eu l'honneur de vous adresser un télégramme sur le passage, dès le 6 au soir, par l'intermédiaire de M. le Ministre de France à Buenos-Ayres. Par mesure de précaution et sur l'offre gracieuse que m'en a faite le gouverneur de la province, le Dr Rocha, il a dû en être expédié un deuxième, identique au premier, à l'Observatoire de Paris, à l'adresse de M. l'Amiral Mouchez, aux frais du Gouvernement argentin.

» Le temps n'a pas été aussi favorable que nous étions en droit de

l'espérer; il pleuvait dans la matinée du 6, et le ciel était entièrement couvert aux moments des deux premiers contacts. C'est à peine si nous avons pu apercevoir Vénus pendant quelques minutes, alors qu'elle était déjà à moitié entrée sur le disque, et tenter quelques mesures des cornes.

» Ce n'est que deux heures plus tard que, le ciel se dégageant un peu, il nous a été possible de faire des mesures de diamètres de la planète et des distances de son centre au bord le plus voisin du Soleil, M. Tessier avec l'équatorial de $0^m,21$ (8 pouces), M. Delacroix avec celui de $0^m,16$ (6 pouces) et moi avec l'héliomètre, en luttant de notre mieux contre les nuages en profitant des éclaircies qui se produisaient de temps à autre.

» M. Guénaire, tout récemment arrivé parmi nous, a pu prendre 90 photographies du passage, dont nous espérons les meilleurs résultats.

» Le ciel est devenu très beau avant les deux derniers contacts, et chacun s'est préparé à en faire l'observation, M. Tessier avec une lunette de $0^m,16$ (6 pouces), M. Delacroix avec l'équatorial de $0^m,16$ (6 pouces) et moi avec celui de $0^m,21$ (8 pouces).

» L'atmosphère était alors d'une pureté exceptionnelle, les images d'une netteté parfaite; aussi le troisième contact s'est-il présenté à nous avec les caractères les mieux définis. M. Tessier a vu la formation instantanée d'un ligament noir et il a pris cet instant pour celui du contact. M. Delacroix et moi n'avons pas vu le ligament noir et avons observé le contact géométrique de deux disques nettement limités.

» A l'équatorial de $0^m,21$ (8 pouces), huit secondes avant le contact, j'ai observé un léger assombrissement du filet lumineux, qui aurait pu passer inaperçu, tant il était faible, et qui n'a rien enlevé à la netteté et à la bonne définition des bords, ni altéré en aucune manière la précision de l'instant du contact.

» Par le plus grand des hasards, M. Guénaire a fait une photographie au moment même où l'un de nous observait le contact; cette circonstance lui donne un intérêt tout particulier.

» Le quatrième contact a été observé par les trois observateurs dans des conditions atmosphériques extrêmement favorables et nous croyons que, pour ce motif, on devra le prendre en sérieuse considération.

» Dans l'intervalle des deux contacts il a été fait quelques mesures de distances des cornes.

» Je donne à la fin de cette lettre les heures des contacts obtenues par les divers observateurs, en temps moyen de Patagonès, et les coordonnées provisoires de notre observatoire.

» La longitude ayant été déterminée télégraphiquement, nous avons l'espoir que nos observations, celles du troisième contact surtout, pourront contribuer avec avantage à la détermination de la valeur de la parallaxe.

» Les photographies de M. Guénaire pourront aussi être mises à profit.

» Nos mesures micrométriques et héliométriques, quoique peu nombreuses, pourront également entrer en ligne de compte. Plusieurs jours à l'avance, chacun de nous s'était exercé à ce genre de mesures à l'aide d'un appareil artificiel construit à cet effet. La mise au point des oculaires des divers instruments avait été étudiée avec soin sur des étoiles doubles le jour et la nuit et sur le Soleil lui-même.

» Tel est, Monsieur le Président, le résultat de nos observations de la journée du 6, qu'il n'a pas dépendu de nous de rendre plus fructueuse. Voici maintenant le résumé de nos travaux pendant notre séjour à Patagonès.

» Arrivés le 24 septembre, notre observatoire était complètement installé le 17 octobre. Dès le 3 octobre, les observations régulières pouvaient commencer au cercle méridien.

» M. Tessier a fait la latitude de notre station et j'ai, de mon côté, déterminé notre différence de longitude, à l'aide du télégraphe, d'une part avec l'École navale de Buenos-Ayres, en collaboration avec M. Beuf, de l'autre avec l'observatoire de la Mission allemande de Bahia-Blanca, de concert avec le D[r] Hartwig, chef de la Mission.

» Les longitudes de Buenos-Ayres et de Bahia-Blanca étant exactement connues, ces deux opérations nous assurent une bonne valeur de celle de notre observatoire, avec vérification.

» En ce moment, M. Delacroix rapporte notre position à celle d'une vieille tour qui est le point le plus remarquable du pays.

» Nous avons observé les éclipses des deux premiers satellites de Jupiter, conformément aux conventions faites avec les autres Missions.

» A l'héliomètre, on a fait régulièrement des mesures de certains groupes d'étoiles, de celui des Pléiades en particulier, pour la détermination des constantes de cet instrument et des mesures du diamètre du Soleil, aussi souvent que le temps l'a permis.

» Avant le 6 décembre, on a mesuré, le soir, les distances et angles de position de Vénus et de certaines étoiles. Ces observations, nécessairement interrompues avant et après le passage, pendant quelques jours, vont être reprises le matin et continuées jusqu'à la fin du mois.

» Les mesures, combinées avec celles faites par d'autres astronomes, pourront à elles seules donner une valeur approchée de la parallaxe solaire.

» Permettez-moi, Monsieur le Président, de vous signaler les services que nous a rendus l'héliomètre et de déclarer que je suis très satisfait de celui que la Commission m'a fait l'honneur de me confier.

» Le temps me manquera, je pense, pour étudier les erreurs de division des échelles; aussi, à mon retour en France, je compte demander que l'instrument me soit laissé quelques jours, afin que je puisse faire cette étude, indispensable pour tirer des observations toute la précision que les mesures comportent.

» Pour compléter cet exposé succinct, j'ajouterai que M. Tessier a obtenu une première série de déterminations magnétiques qu'il vérifie actuellement par de nouvelles opérations.

» M. Guénaire a recueilli l'acide carbonique de l'air. Malheureusement, sur les 15 tubes qui nous avaient été confiés, 10 ont été brisés dans le voyage. Nous prendrons toutes les précautions nécessaires pour rapporter à l'Académie les 5 qui nous restent.

» Nous avons fait des observations météorologiques régulières.

» Nous sommes sans nouvelles de nos compatriotes qui sont plus au sud. Nous espérons qu'ils pourront contribuer plus que nous par leurs observations à la détermination de la parallaxe.

» A Buenos-Ayres, M. Beuf a observé les deux contacts intérieurs.

» C'est tout ce que nous savons du Passage.

» Avant de finir, je ne saurais trop appeler votre attention, Monsieur le Président, sur l'accueil empressé et vraiment cordial que nous avons reçu dans la République argentine. Le Gouvernement nous a fait transporter à Patagonès par un de ses vapeurs, le *Villarino*. C'est sur le *Villarino* que nous rentrerons à Buenos-Ayres. M. Guénaire est venu sur l'*Uruguay*, autre vapeur envoyé le long de la côte pour saluer, au nom du Gouvernement, les Missions du passage de Vénus. Grâce aux recommandations de Buenos-Ayres, grâce à celles du Gouverneur de la province, le Dr Rocha, bien des obstacles ont été levés et nous avons eu des facilités relatives pour l'établissement de l'observatoire et l'installation du personnel de la Mission.

» Il serait bien désirable que notre Gouvernement remerciât le Gouvernement d'un pays dans lequel les étrangers sont certains de trouver l'hospitalité la plus large et où les Français particulièrement rencontrent les plus grandes sympathies.

» Après les nuages, nos plus grands ennemis ont été ici le vent, qui souffle souvent avec une violence extrême, le sable, son redoutable

auxiliaire, les feux allumés parfois dans la pampa, qui ont, par moments, menacé la sécurité de nos cabanes et de nos instruments.

» Jusqu'à ce jour l'état sanitaire de la Mission n'a rien laissé à désirer.

» En terminant, permettez-moi, Monsieur le Président, de vous signaler le zèle et le dévouement apportés par mes collaborateurs à l'accomplissement de l'œuvre commune.

» Les uns et les autres avons fait de notre mieux pour nous rendre dignes de la Mission que la Commission de Vénus et son Président nous avaient fait l'honneur de nous confier.

» Notre départ de Patagonès aura lieu vers la fin du mois; nous comptons être de retour en France au commencement de février.

» Je vous prie, Monsieur le Président, de vouloir bien recevoir les hommages respectueux de la Mission et me croire

» Votre tout dévoué serviteur.

» PERROTIN. »

Observation du troisième et du quatrième contact.

			Temps moyen de Patagonès.	
Instrument.	Grossissement.	Observateur.	Troisième contact.	Quatrième contact.
			h m s	h m s
Lunette de $0^m,16$ (6 pouces)	150	Tessier	3.39.57	4.0. 4
Équatorial de $0^m,16$ (6 pouces)..	150	Delacroix	3.40. 1	4.0.11
» de $0^m,21$ (8 pouces)..	150	Perrotin	3.39.52	4.0.12

	Longitude ouest de Paris.	Latitude sud.
Valeurs provisoires de la longitude et de la latitude de l'Observatoire de Patagonès..............	$4^h 21^m 20^s$	$40°47'51''$

Nota. — Cette valeur de la longitude a été obtenue par les culminations lunaires; elle sera corrigée ultérieurement, après réduction de nos longitudes télégraphiques.

MISSION SCIENTIFIQUE DU CAP HORN.

(MISSION DÉTACHÉE A TERRE.)

MM. **Courcelle-Seneuil**, Lieutenant de vaisseau.
Payen, Lieutenant de vaisseau.
Lephay, Lieutenant de vaisseau.
Le Dr **Hyades**, médecin de la Marine.
Le Cannelier, Enseigne de vaisseau.

« Colline de la Mission, baie Orange, le 20 janvier 1883.

» MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» J'ai l'honneur de vous annoncer que le passage de Vénus a été observé avec succès par la Mission scientifique du cap Horn.

» Les préparatifs s'étaient effectués dans des circonstances qui laissaient peu d'espoir, et cependant la pluie s'est interrompue, les nuages se sont séparés juste à point pour permettre l'observation des contacts.

» Ce fut un bonheur plus grand qu'on n'eût jamais osé l'espérer sous un climat aussi défavorable pour les recherches astronomiques.

» Pendant le dernier trimestre de 1882, on compte quatre-vingt-deux jours de pluie ; le Soleil a été visible trois heures par jour en moyenne.

» Du 12 novembre au 9 décembre, il n'a pas été possible d'obtenir une circompolaire.

» En deux mois, trois nuits seulement ont permis des observations d'une certaine durée.

» L'hydrographie restant dans les attributions de la *Romanche*, je vais entreprendre la topographie de la région voisine et faciliter l'exécution de la carte géologique, tout en poursuivant la détermination de la longitude.

» Les officiers chargés du magnétisme et de la météorologie recueillent beaucoup d'éléments, conformes à ceux que demandent les instructions.

» Les collections des sciences naturelles s'enrichissent chaque jour et montreront l'ardeur au travail et la perspicacité de nos collectionneurs.

» Les excursions dans l'intérieur sont fréquentes, afin de déterminer la reconnaissance des points abordables avant la venue de l'hiver.

» Nos relations avec les missionnaires anglais d'Ushuna sont nées de la

demande d'assistance qu'ils ont formulée par suite d'une épidémie de tuberculose qui décime encore les Fuégiens groupés autour d'eux.

» Notre cercle d'étude sur les indigènes s'est ainsi agrandi. Cette rencontre a permis de créer une station météorologique à 50 milles dans le nord de la baie Orange.

» Nous allons rester livrés à nos seules ressources pendant deux mois environ; j'espère que dans cet intervalle de temps nous ferons une bonne besogne, qui méritera votre approbation; c'est notre plus vif désir.

» Les pluies persistantes, les mauvais temps continus exigent plus d'efforts pour obtenir de bons résultats. C'est un stimulant de plus, et le meilleur encore, puisque le travail déployé nous aide à conserver notre bonne humeur et notre santé.

» Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'expression respectueuse des sentiments très dévoués et très reconnaissants de votre très obéissant serviteur,

» J.-L. Courcelle-Seneuil. »

Rapport sommaire sur le Passage de Vénus, observé à la baie Orange (Ile d'Hoste), Terre de Feu le 6 *décembre;* par M. le Lieutenant de vaisseau **Courcelle-Seneuil**, chef de la Mission détachée à terre.

« L'Académie des Sciences, en organisant les Missions chargées d'observer le passage de Vénus, avait, en raison des conditions climatologiques absolument défavorables, écarté le projet d'une expédition spéciale pour cet unique objet, dans les îles voisines du cap Horn.

» La formation de la Commission scientifique internationale fit renaître la possibilité d'établir une Mission secondaire près de ce point géographique important.

» Les résultats, si les observations y étaient couronnées de succès, acquerraient une grande valeur par suite de l'augmentation sur la durée de la différence des passages entre les deux stations françaises les plus éloignées l'une de l'autre.

» La Commission chargée, par les Ministères de l'Instruction publique et de la Marine, d'organiser la Mission scientifique du Cap Horn avait déjà pourvu cette dernière du matériel astronomique suffisant aux travaux que comportait le programme international; il suffisait d'adjoindre à ce matériel les instruments spéciaux et quelques produits chimiques pour composer une station complète.

» Les instructions données par l'Académie des Sciences recommandèrent expressément l'observation du passage de Vénus, et l'Académie voulut bien couvrir les frais entraînés par la mise en œuvre des instruments et des produits chimiques indiqués plus haut.

» Ces circonstances firent admettre dans le personnel de la Mission internationale un officier attaché à l'observatoire de Montsouris, afin de pourvoir à l'observation du passage. Je fus désigné pour tenir ce poste.

» Le 1er mai 1882, le travail de réunion, de mise en état de tous les instruments, commençait avec la plus grande activité.

» Le Dépôt des Cartes et Plans de la Marine fournissait à l'expédition du Cap Horn :

» Une lunette méridienne portative de Brünner;

» Un chronographe;

» 4 chronomètres;

» Accessoires, lampes, etc.

» Piles Leclanché, conducteurs, etc.

» L'Académie des Sciences fit obtenir : une lunette équatoriale de $0^m,16$ (6 pouces);

» Les ustensiles et les produits chimiques nécessaires à l'argenture de l'objectif;

» Enfin une cabane, démontable, toute confectionnée, pour abriter l'observatoire astronomique.

» Dès cette époque, la Mission secondaire du passage de Vénus subit toutes les péripéties de la Mission internationale.

» Le départ de la *Romanche*, fixé d'abord au 1er juin 1882, puis au 1er juillet, causa une hâte extrême dans tous les préparatifs.

» *Lunette méridienne.* — La dernière lunette méridienne disponible au Dépôt des Cartes et Plans fut attribuée à la Mission du Cap Horn, dernière venue parmi les Missions du passage de Vénus organisées avec le concours de la Marine.

» Cet instrument était en réparation dans les ateliers du constructeur et n'aurait été livrable que longtemps après le départ de la *Romanche;* il put heureusement être échangé avec celui de la Mission de Chubut, laquelle venait d'être munie par le Bureau des Longitudes d'un instrument méridien de plus grandes dimensions.

» *Equatorial.* — L'équatorial de $0^m,16$ (6 pouces) servait au passage artificiel installé à l'Observatoire de Paris. Il ne possédait pas de monture, pas de pilier, pas de mouvement d'horlogerie. En quelques jours, le constructeur

lui fabriqua un axe et des piliers ou pylones en bois qui permettaient de produire à la main les mouvements en ascension droite et en déclinaison.

» Vers la fin du mois de juin l'équatorial avait été réparé, mis en état, monté, étudié, emballé et dirigé sur Cherbourg.

» L'objectif, ayant préalablement reçu une demi-argenture, fut renfermé dans sa boîte de transport; celle-ci, entourée de zinc hermétiquement soudé, trouva place dans une grande caisse d'emballage.

» *Cabanes.* — Conformément aux dispositions prises pour la Mission principale, qui emportait de France, avec elle, ses cabanes démontables (pour observatoires, abris d'instruments, logements, etc.), la Mission secondaire eut une cabane astronomique, démontable, comprenant une coupole pour équatorial et une chambre méridienne.

» La grande quantité de constructions à ériger dans un bref délai et dans un pays dénué de toutes ressources, le nombre forcément restreint d'ouvriers dont on pourrait disposer, la cherté des matériaux à Montevideo et la nécessité d'un établissement durable engagèrent dans cette voie de prévoyance.

» L'exécution des travaux qui précèdent, la vérification des instruments et des matériaux, l'emballage et l'expédition sur Cherbourg eurent lieu en deux mois. Au fur et à mesure de l'arrivée à destination, les colis étaient embarqués et arrimés sur le transport *la Romanche*.

» Les derniers instruments une fois expédiés, je dus, le 14 juillet 1882, me rendre à Cherbourg pour rejoindre notre navire.

» Le 17 juillet, vers 11^h du matin, la *Romanche* appareillait de la rade de Cherbourg, mouillait à Ténériffe le 26 juillet, d'où elle repartait le 27, arrivait le 22 août à Montevideo, où nous rencontrions les membres des Missions de Santa-Cruz et de Chubut qui venaient d'arriver par le paquebot de Bordeaux, et se rendaient à leurs postes.

» Le 5 septembre 1882, la *Romanche* franchissait le détroit de Lemaire, et le 6 septembre, vers 5^h du soir, elle laissait tomber l'ancre dans la baie Orange, île d'Hoste, où la recherche d'un emplacement convenable pour les observatoires commençait séance tenante.

» Dans les journées du 7 et du 8 septembre, ce choix se fixait sur l'ancienne pointe Flag de Fitz-Roy; le défrichement commençait le 9, ainsi que les travaux les plus urgents, suivant le programme international. L'observatoire astronomique, placé au sommet d'une colline de 24^m, entrepris le 6 octobre, concurremment avec d'autres nombreux travaux, était terminé

en charpente le 15 du même mois; dans cet intervalle de temps, le roc avait été mis à nu pour asseoir les fondations du bâtiment, celles du pilier de la méridienne et le soubassement maçonné de l'équatorial; la toiture, les revêtements, les planchers, sauf celui de la coupole, étaient prêts le 22 octobre.

» Le personnel de la Mission était installé dans son nouveau logement à partir du 10 octobre.

» Pendant la première absence de la *Romanche*, les deux charpentiers que ce navire avait laissés à terre en échange d'un nombre égal d'hommes de la Mission érigèrent sur un massif de poutres les piliers en bois de l'équatorial et formèrent tout autour une sorte de plancher avec les débris des caisses d'instruments. Le déballage des différentes caisses avait lieu au fur et à mesure que le montage pouvait être poursuivi; nous eûmes la satisfaction de constater que tout était arrivé en parfait état.

» L'installation du chronographe, des communications électriques et l'étude de l'objectif vinrent après.

» L'objectif avait reçu, au départ de France, une demi-argenture que les trois mois écoulés n'avaient en rien altérée.

» Du 1er novembre au 6 décembre, cette argenture fut maintenue intacte au moyen d'une coiffe légère en caoutchouc isolant complètement l'objectif de l'air extérieur. Le personnel était exercé au procédé d'argenture pour le cas où la couche, en place, viendrait à se détériorer.

» Les repères du coulant pour la mise au point furent déterminés sur le tube de l'oculaire par les observations répétées d'étoiles, de taches du Soleil, etc.

» Du 12 novembre au 9 décembre, il fut impossible d'avoir une circompolaire et de déterminer l'azimut exact de la mire méridienne; en prévision d'un accident de cette sorte, chaque jour, les chronomètres avaient été réglés par des hauteurs prises au sextant et à l'horizon artificiel. Cette période ne permit presque jamais d'obtenir des hauteurs correspondantes; on pourra s'en convaincre en sachant que, du 1er octobre au 1er janvier, on ne compta pas moins de quatre-vingt-deux journées pendant lesquelles il avait plu; que le Soleil, dans la même période de temps, n'a guère été visible que trois heures par jour en moyenne.

» Malgré ces circonstances fâcheuses, du reste prévues, les préparatifs furent exécutés comme si le temps nous offrait les plus grandes chances de réussite.

» Les officiers composant, avec moi, la Mission internationale s'étaient tous mis, avec empressement, à ma disposition pour faciliter ma tâche et assurer les bonnes dispositions de l'observation.

» Le personnel marin qui m'était plus particulièrement attaché pour le service astronomique étant bien au courant de ses fonctions, nous procédâmes à des répétitions de détail dans lesquelles chacun reçut avis du poste qu'il aurait à occuper le jour du passage.

» *Répartition des postes.* — M. Courcelle-Seneuil observerait à l'équatorial.

» M. Payen, aide principal, ayant avec lui tout ce qu'il faut pour écrire, et un compteur T.M. n° 234, serait assis auprès de l'observateur, afin d'écrire immédiatement les heures des tops et toutes les indications qui se produiraient.

» M. Lephay, placé à l'extérieur, noterait toutes les variations météorologiques que M. le Dr Hyades suivrait à l'intérieur de la coupole.

» M. Le Cannellier devait prendre, à la lunette méridienne, tous les passages d'étoiles ou d'astres qu'il serait possible de saisir entre le premier et le quatrième contact, tout en surveillant l'enregistrement chronographique.

» Le second-maître Aureyre, placé dans la coupole, ayant sous les yeux un compteur T.M., n° 232, devait enregistrer les heures de tous les tops et spécialement tout ce qui concernerait les mesures micrométriques.

» Le timonier Supper, chargé du fonctionnement du chronographe, devait en assurer le mouvement pendant la durée du phénomène et suivre les heures indiquées par le chronomètre sidéral n° 775.

» Le 6 décembre, vers 8^h du matin, chacun était à son poste et toutes les dispositions nécessaires exactement prises : le dôme de la coupole ouvert sur les $\frac{7}{8}$ de sa surface, excepté vers le point de l'horizon d'où provenaient des rafales violentes de vent et de pluie ; toutes les portes et les fenêtres ouvertes. Les planchers montraient des ouvertures de plusieurs mètres carrés de surface, afin d'assurer les libres mouvements de l'air.

» Les comparaisons avaient été prises sur un excellent chronomètre T.M., n° 601, auquel je m'étais décidé à rapporter toutes les heures; ces comparaisons furent plusieurs fois renouvelées pendant et après le passage.

Observations du passage de Vénus.

» A 8^{h}30^m, le Soleil apparaît pendant quelques minutes; l'oculaire du plus fort grossissement étant en place, mise au point sur les bords du Soleil ; le temps se recouvre, horizon bien chargé.

» 9^h17^m. — Pluie, grains de grêle, temps absolument couvert, brise très fraîche : l'observation des contacts paraît compromise.

» 9^h20^m. — Heure du premier contact : le Soleil est absolument masqué.

» 9^h23^m. — Aperçu le disque du Soleil au milieu de vapeurs passant rapidement; la planète forme une échancrure très nette sur le bord du Soleil au point indiqué.

» 9^h30^m. — Le Soleil se cache.

» $9^h30^m30^s$. — Le Soleil reparaît.

» 9^h33^m. — Le disque solaire redevient visible, une belle et large éclaircie se fait rapidement dans les cumulo-nimbi qui cachaient jusque-là le Soleil; l'astre apparaît tout d'un coup absolument net et dégagé au milieu du bleu du ciel; une auréole entoure le disque de Vénus.

» 9^h40^m. — Le disque de la planète se déforme légèrement, l'auréole pâlit et diminue sensiblement.

» $9^h40^m50^s$. — La planète a repris sa forme ronde, l'auréole diminue encore d'intensité.

» 9^h41^m. — Légers ligaments.

» $9^h41^m2^s$. — Auréole devenue gris pâle, ligament de plus en plus foncé; en prolongeant le disque par la pensée, apparence du contact des bords. Ce moment est pris comme *heure du contact*.

» $9^h41^m30^s$. — Disque rentré en dedans du bord du Soleil : le ligament persiste encore.

» $9^h42^m24^s$. — Rupture du ligament.

» 9^h44^m. — Des nuages voilent le Soleil. Dans l'intervalle qui s'est écoulé depuis l'apparition du Soleil jusqu'au moment du deuxième contact, les températures de la coupole et de l'instrument se sont brusquement élevées de plus de 1°; la mise au point est devenue défectueuse et cause la subite apparition du ligament.

» Je n'eus pas le temps de corriger ce défaut. Le disque de la planète était tout à fait en dedans des bords du Soleil que le ligament persistait encore; j'ai donc pris comme moment du contact celui où les bords des deux disques, prolongés par la pensée, se confondaient.

» Je n'ai pas observé d'ondulations; le verre neutre n'a jamais été échauffé; j'attribue ces deux circonstances à la protection efficace fournie par l'argenture.

» 9^h55^m. — Le ciel est totalement couvert et la pluie ne cesse de tomber qu'à 11^h50^m.

» 0^h10^m. — La pluie reprend avec une extrême violence jusqu'à 3^h du

soir; le temps a tellement mauvaise apparence que l'observation des deux derniers contacts paraît peu probable.

» 3^h. — La pluie cesse, le ciel se dégage.

» $3^h 5^m$. — Commencement du troisième contact par la formation d'un très léger ligament; dans le courant des vingt minutes qui ont précédé, la mise au point a été rigoureusement établie sur les deux astres.

» $3^h 22^m 13^s,9$. — Contact géométrique.

» $3^h 37^m$. — Commencement du quatrième contact.

» $3^h 37^m 26^s$. — Les bords du Soleil se déforment légèrement.

» $3^h 40^m 38^s$. — Réapparition de l'auréole.

» $3^h 40^m 39^s,5$. — Disparition du disque, moment du quatrième contact.

» $3^h 44^m$. — Le ciel se couvre, la pluie recommence.

» Les circonstances ont été réellement favorables, les images avaient une très grande netteté et un vent d'ouest-nord-ouest très frais balayait les vapeurs de l'atmosphère.

» J'ai concentré toute mon attention sur l'instant du contact et j'ai lieu d'attribuer une sérieuse valeur à l'expression des moments observés.

» L'observation a été aussi heureuse qu'on pouvait le désirer et même plus qu'on n'a jamais osé l'espérer sous un tel climat.

» Je résume ainsi mes résultats :

	Temps moyen.
	h m s
Premier contact................	»
Deuxième contact..............	9.41. 2,4
Troisième contact..............	3.22.13,9
Quatrième contact..............	3.40.39,5

» Le succès des observations du passage rend absolument nécessaires les déterminations exactes de la longitude et de la latitude de l'observatoire.

» Ce travail n'a pas, jusqu'à présent, été favorisé par les circonstances climatologiques.

» Je n'ai encore pu recueillir de culminations lunaires; ma première longitude par les chronomètres est douteuse.

» Si la *Romanche* pouvait faire quelques transports de temps entre la baie Orange et les points déterminés, tels que Punta-Arenas et Montevideo, on aurait facilement de bons résultats; mais ce navire emploie généralement de longues périodes pour ses traversées.

» En tous cas, si les mois qui viennent offrent des nuits claires, toutes

les occasions favorables seront saisies pour une détermination précise de ces coordonnées.

Position approchée de l'observatoire. { Latitude...... 55°31′28″ Sud. Longitude.... $4^h41^m24^s$ Ouest.

» Colline de la Mission, Baie Orange, le 6 décembre 1882.

» *Le Lieutenant de Vaisseau, Chef de la Mission, détaché à terre,*

» COURCELLE-SENEUIL. »

MISSION DE BRAGADO.

MM. Édouard **Perrin**, Lieutenant de vaisseau.
Fernando **Ortiz**, Élève-Ingénieur de l'Université de Buenos-Ayres.
Carlos **Echague**, Élève-Ingénieur de l'Université de Buenos-Ayres.

« Buenos-Ayres, le 8 janvier 1883.

» MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

» J'ai l'honneur de vous adresser ci-joint l'exposé sommaire des observations astronomiques, effectuées à l'occasion du passage de Vénus, par M. le lieutenant de vaisseau Édouard Perrin.

» La province de Buenos-Ayres, dont le gouvernement m'est confié, a tenu à honneur de s'associer, dans la mesure de ses ressources, aux efforts faits par les nations civilisées pour rendre profitable à la Science l'observation de cet important phénomène.

» Dans ce but, elle a cru ne pouvoir mieux faire que de suivre les indications tracées dans les procès-verbaux des séances de la Commission internationale du passage de Vénus, dont la présidence vous a été si justement confiée.

» En conséquence, des instruments identiques à ceux dont étaient munies les Missions françaises ont été commandés par la province et construits en France sous le haut et bienveillant contrôle de M. le contre-amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire de Paris; et elle a été heureuse de pouvoir mettre à la tête de la Mission qu'elle organisait M. le lieutenant de vaisseau Perrin, digne en tous points de cette désignation

en raison de ses aptitudes spéciales, et qui a été mis obligeamment à sa disposition par le Gouvernement de la République française.

» Je souhaite vivement, Monsieur le Président, que la coopération de la province de Buenos-Ayres, dans la circonstance actuelle, soit considérée comme un témoignage certain des aspirations élevées de la République argentine en général, et de son vif désir de faire marcher d'accord le développement si rapide de ses richesses naturelles avec celui des qualités morales et intellectuelles de ses habitants; résultat qui peut surtout s'obtenir en répandant de plus en plus le goût de l'étude de la Science dans toutes ses manifestations.

» A ce titre, je suis heureux de pouvoir donner l'assurance que notre Pays se montrera toujours empressé dans l'avenir, ainsi qu'il l'a fait aujourd'hui, de prêter son concours le plus actif à toutes les entreprises scientifiques d'intérêt général.

» Permettez-moi de terminer en me félicitant de l'heureux concours de circonstances qui m'a permis de faciliter l'installation de la Mission française qui a opéré à Carmen de Patagonès, localité dépendant de mon administration.

» Veuillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de ma très haute considération.

» Dardo Rocha,
» Gouverneur de la province de Buenos-Ayres. »

» *Historique.* — Il y a deux ans environ, la province de Buenos-Ayres, sous l'impulsion intelligente de son éminent Gouverneur, M. le Dr Dardo Rocha, ne voulut pas rester indifférente en face des préparatifs effectués par les nations européennes en vue du passage de Vénus, et elle s'occupa de participer, dans la mesure de ses moyens, à l'observation d'un phénomène si important pour la détermination de la parallaxe solaire.

» Dans le courant de l'année 1881, les instruments nécessaires furent commandés aux principaux constructeurs de Paris et exécutés sous le bienveillant contrôle de M. l'amiral Mouchez.

» En outre, une Commission nommée par le Gouverneur, et composée de :

MM. Beuf (François), Lieutenant de Vaisseau en retraite, Directeur de l'École navale et du service hydrographique,
Lavalle (Francisco), Ingénieur, membre de la Faculté des Sciences,
Encina (Carlos), Ingénieur, membre de la Faculté des Sciences,
Coquet (Jorge), Président du Bureau des Ingénieurs.

fut chargée de prendre les dispositions nécessaires pour assurer l'observation du phénomène sur un point de la province. Elle se préoccupa aussitôt de réunir des relevés météorologiques sur l'état du ciel, pendant les mois de décembre et de janvier, dans les quatre villes Azul, Mercedes, Chivilcoy et Bragado, toutes situées sur une voie ferrée, en vue de la facilité des communications et de la détermination télégraphique de la longitude. Ce fut Bragado qui obtint la préférence pour la pureté du climat. Cette petite localité est située à 212^{km} environ à l'ouest de Buenos-Ayres.

» Au mois de juillet 1882, le Gouverneur demanda, par voie diplomatique, mon concours au Gouvernement français, et le Ministre de la Marine m'accorda gracieusement l'autorisation nécessaire à cet effet. Je quittai la France le 5 septembre 1882, après m'être assuré que tous les instruments indispensables étaient partis, et, le 1er octobre, j'arrivai à Buenos-Ayres.

» Les dispositions générales de l'expédition étant déjà prises par la Commission, il ne restait plus qu'à achever les derniers préparatifs matériels. Dans ce but, deux cabanes en bois, à panneaux mobiles, furent construites de manière à pouvoir se monter et se démonter facilement; des piles et l'appareil Morse, indispensable pour la communication télégraphique, furent prêtés par le chemin de fer de l'Ouest; enfin les ordres nécessaires furent expédiés par le Gouverneur aux autorités locales, pour nous faciliter les opérations que nous avions à faire.

» Le 25 octobre, une visite préalable de quelques jours à Bragado me permit de choisir l'emplacement de l'observatoire et de faire construire les piliers de l'équatorial et de la lunette méridienne.

» Enfin, le 3 novembre, la Mission arrivait définitivement à Bragado. Elle comprenait :

MM. Perrin (Edouard), Lieutenant de vaisseau, chef de la Mission.
Ortiz (Fernando), Élève-Ingénieur de l'Université de Buenos-Ayres.
Echague (Carlos), Élève-Ingénieur de l'Université de Buenos-Ayres.

» Deux soldats, choisis parmi les plus intelligents de la police, furent mis à notre disposition, dès notre arrivée, pour la garde de l'observatoire et la manœuvre des cabanes.

» Le matériel de la Mission comprenait les instruments suivants :

» Une lunette équatoriale, de $0^m,21$ (8 pouces) d'ouverture, de Gautier;

» Une lunette méridienne portative de Troughton et Simms;

» Un appareil enregistreur à deux plumes, système Bréguet, modifié par M. Lœwy;

» Trois chronomètres de Callier, dont deux réglés sur le temps moyen et l'autre sur le temps sidéral;

» Deux cercles à réflexion, l'un de Schwartz, l'autre de Lorieux;

» Un horizon artificiel à mercure, avec cuvette en cuivre;

» Un petit théodolite de Lorieux;

» Un baromètre Fortin et divers thermomètres;

» Des produits chimiques et ustensiles divers pour l'argenture à froid du verre.

» Les premiers jours de notre arrivée à Bragado furent employés à la construction des cabanes et au montage des instruments. L'équatorial n'avait éprouvé que des avaries insignifiantes pendant le long voyage et les transbordements de tout genre qu'il avait eu à subir depuis son départ de Paris, et ces avaries ne gênaient en rien le fonctionnement de son mécanisme.

» Dès le 11 novembre, l'observatoire était organisé; il ne restait plus qu'à régler les instruments lorsque le ciel, beau jusqu'alors, se couvrit complètement et empêcha toute observation pendant deux jours. Ce ne fut que dans la soirée du 13 novembre que je pus rectifier la position de la lunette méridienne et commencer le réglage de l'équatorial.

» Dès lors, les observations courantes marchèrent régulièrement toutes les fois que le temps le permit; car, sous ce rapport, nous ne fûmes pas très favorisés par l'état du ciel. Néanmoins, avant le passage, il me fut possible d'observer quatre occultations, trois éclipses du premier satellite de Jupiter et sept soirées de culminations lunaires pour la détermination de la longitude. Les autres nuits favorables furent employées à prendre au cercle à réflexion de nombreuses séries de circumméridiennes d'étoiles pour le calcul de la latitude, et à déterminer la valeur du tour de vis du micromètre de l'équatorial par des passages de circumpolaires.

» Dans les premiers jours de décembre, j'arrêtai les dernières dispositions relatives à l'observation du passage de Vénus de manière à ne rien laisser à l'imprévu, et, le 4 au soir, nous étions absolument prêts. La journée du 5 fut signalée par une pluie torrentielle; mais, dans la soirée, le ciel s'éclaircit et la nuit fut assez belle, quoique très humide. J'en profitai pour observer quelques passages d'étoiles à la lunette méridienne et régler ainsi les chronomètres.

» Le lendemain, 6 décembre, de 8^h du matin à 5^h du soir, le temps fut très mauvais, et ce n'est que grâce à des circonstances exceptionnelles que j'ai pu observer, dans d'excellentes conditions, le deuxième et le qua-

trième contact et obtenir un certain nombre de contacts artificiels avec la tirette à prismes (*voir* ci-après la relation complète de la journée, rédigée le soir même du passage). J'ai pu également déterminer le temps par le passage méridien du deuxième bord du Soleil; ce qui fut un rare bonheur, car, pendant la journée et la nuit du 6 du lendemain, le ciel resta complètement couvert, et le 7 au soir seulement je parvins à observer des passages d'étoiles et à vérifier ainsi la parfaite régularité de marche de nos chronomètres.

» Aussitôt après le passage, je m'occupai de la détermination de la longitude par le télégraphe électrique, qui nous reliait à l'observatoire de l'École navale à Buenos-Ayres. Ces observations durèrent du 8 au 17 décembre, avec de fréquentes interruptions provenant de la difficulté des communications.

» La nuit du 18 décembre fut consacrée à prendre de nouvelles séries de circumméridiennes d'étoiles pour la latitude. Le 19 décembre, on commença à emballer les instruments et à démonter les cabanes, et le 23 cette opération était terminée.

» Le 25 décembre, la Mission rentrait à Buenos-Ayres.

DESCRIPTION DE L'OBSERVATOIRE.

» *Emplacement.* — L'observatoire est situé sur la place San Martin, à l'extrémité sud-est de la ville, dans un endroit presque inhabité. Cet emplacement offre, en outre, l'avantage d'être couvert d'herbes, qui diminuent beaucoup la poussière et la réverbération du soleil pendant la journée.

» Dans le sens nord-sud, le terrain est presque complètement dégagé, la maison la plus voisine se trouvant à plus de 200^m de distance. Du côté de l'est et de l'ouest, il y a quelques bouquets d'arbres, mais ils sont situés à plus de 60^m des cabanes, et leur présence ne peut avoir aucune influence sur les observations.

» Les planches et les photographies ci-jointes représentent l'observatoire vu suivant diverses directions.

» *Piliers.* — Les piliers des instruments sont en briques, soudées au ciment romain et recouvertes de dalles en marbre de $0^m,04$ à $0^m,05$ d'épaisseur. Ils sont complètement isolés du terrain environnant et reposent sur une couche d'argile jaune dure, qui règne dans toute la *pampa* argentine, à une distance variable au-dessous du sol. A Bragado, nous

l'avons rencontrée à 1^m de profondeur environ. Il eût été inutile de creuser plus bas, cette couche étant d'une épaisseur très considérable.

» Le centre du pilier de l'équatorial est à $19^m,15$ dans l'ouest et à $13^m,60$ dans le sud de l'axe du pilier méridien, soit à $23^m,50$ de distance totale dans le S. $54°,6$ O.

» Deux petits piliers de $0^m,40$ à $0^m,45$ de hauteur, situés entre les deux cabanes, servent aux observations à l'horizon artificiel.

» Deux autres piliers de $1^m,60$ de hauteur, situés à 85^m au nord de la lunette méridienne, portent la mire et l'objectif de mire.

» *Cabane méridienne.* — La cabane méridienne a la forme d'un carré de $3^m,70$ de côté et $3^m,40$ de faîte, recouvert de feuilles de zinc ondulées de $1^m,80$ de longueur.

» La fente méridienne a $0^m,55$ de large; elle est fermée au nord et au sud par deux fenêtres verticales, et en dessus par un toit mobile de section triangulaire. Deux poutrelles, boulonnées extérieurement avec les montants des fenêtres, servent de support à ce toit, et l'une d'elles porte les charnières de rotation. Ce toit se manœuvre au moyen de deux leviers de $2^m,50$ de long, qui débordent à l'extérieur et permettent de le maintenir dans la position verticale (avec deux crochets).

» Ce système fonctionne avec la plus grande facilité et donne une fermeture hermétique contre la pluie, les planches du toit étant recouvertes d'une toile peinte. La seule précaution à prendre est d'amarrer le toit à l'intérieur, pour empêcher le vent de le soulever quand on n'observe pas.

» Cette cabane sert d'abri à la lunette méridienne, à l'appareil enregistreur, aux piles électriques, aux chronomètres et autres instruments accessoires.

» *Cabane équatoriale.* — La cabane équatoriale se compose d'un octogone en bois, de 5^m de diamètre et de 2^m de hauteur, surmonté d'une pyramide de même forme, dont le sommet se trouve à $4^m,50$ au-dessus du sol. Les huit faces triangulaires de cette pyramide, recouvertes de planches légères, peuvent se rabattre complètement en dehors, autour de charnières en fer fixées aux traverses supérieures de l'octogone. Une couronne en fer, maintenue par trois cornières, sert à les soutenir et à les manœuvrer, au moyen de cordes passant dans des poulies fixées à un plateau de bois encastré dans la couronne. Enfin, une tige centrale porte un chapiteau en zinc destiné à recouvrir le sommet de la pyramide. L'armature tripode est disposée de manière à ne gêner en rien l'observation du passage de Vénus.

» Grâce à la pente de la pyramide (48° à 50° environ), la pluie aurait

difficilement pénétré à l'intérieur de cette cabane, si quelques-unes des planches des triangles ne s'étaient pas fendillées sous l'action du Soleil, malgré la couche de peinture qui les recouvrait. Il aurait été préférable, je crois, pour la légèreté de la construction et l'imperméabilité de la toiture, de remplacer les planches par une simple toile à voile peinte, bien tendue sur les châssis triangulaires.

» Cette cabane servait d'abri à l'équatorial seulement. Une chemise en toile recouvrait l'instrument pour le garantir de la poussière et des gouttes de pluie qui traversaient la toiture.

» *Lunette équatoriale.* — La lunette équatoriale, construite par Gautier, à Paris, sur le modèle des Missions françaises, a une ouverture libre de 8 pouces (216^{mm}) et une distance focale de $3^m,08$. Elle est montée sur un pied en fonte qui lui donne une grande stabilité et permet aisément la rectification de l'instrument.

» Le mouvement d'horlogerie, muni d'un régulateur à ailettes, système Foucault, l'entraîne sans la moindre secousse, quoique un peu trop lentement dans certaines positions. Cela tient probablement à une légère erreur dans la position du contrepoids de l'axe horaire, défaut auquel nous n'avons pas eu le temps ni le moyen de remédier.

» Le réticule comprend une paire de fils fixes, coupés par un fil transversal, et trois paires de fils mobiles parallèles aux premiers. La distance des fils de chaque paire est d'environ 64″, c'est-à-dire un peu supérieure au diamètre apparent de Vénus pour le jour du passage. Enfin, un chariot mobile peut recevoir trois oculaires donnant des grossissements respectifs de 154, 106 et 62 fois, et un autre oculaire (de 150) muni d'une tirette à prismes, construite par Prazmowski. Cette tirette porte huit prismes biréfringents, dont les angles de dédoublement varient de 5″ en 5″ depuis 10″ jusqu'à 45″; mais, par erreur de construction, le prisme de 25″ est répété deux fois et il manque le prisme de 40″.

» Pour éviter les effets de la chaleur solaire concentrée au foyer de l'objectif, j'ai eu recours au procédé de la demi-argenture, qui m'a donné d'excellents résultats. Vers la fin de novembre, l'objectif a été argenté et désargenté à deux reprises différentes, la première fois très faiblement, et la seconde fois assez fortement pour ne ressentir aucune impression de chaleur sur le verre coloré. Pour l'observation du passage, j'ai adopté un moyen terme, c'est-à-dire une couche d'argenture assez faible, formant un voile à travers lequel on pouvait lire des caractères d'imprimerie en plein jour, et j'en ai été très satisfait.

» L'objectif paraît bon; il m'a permis d'apercevoir les six composantes

de l'étoile sextuple θ d'Orion. J'ai pu également distinguer, dans les essais préparatoires d'argenture, les grains de riz ou les granulations de la surface solaire.

» La mise au point, déterminée par des observations d'étoiles, de Saturne, de Jupiter et des montagnes lunaires, a varié de 51,0 à 52,6. Pour l'observation de Vénus, j'ai mis le coulant du micromètre sur la division 51,8, qui est également la valeur moyenne des essais faits sur les taches du Soleil pendant les journées précédant le passage.

» L'équatorial était bien réglé, car il m'a permis de voir Vénus le 1er, le 3, le 4 et le 8 décembre, c'est-à-dire moins de deux jours avant ou après le passage. La planète se présentait alors sous la forme d'une simple demi-circonférence lumineuse, entourée d'une légère auréole jaunâtre. L'objectif n'était pas argenté.

» *Lunette méridienne.* — La lunette méridienne est de Troughton et Simms, à Londres. Elle a un objectif de 62^{mm} et une distance focale de 750^{mm}. Son axe a une longueur de 0^{m},44 et lui assure une assez grande stabilité. Un des coussinets porte une vis de réglage en azimut.

» Le réticule comprend cinq fils verticaux et deux fils horizontaux; il est muni, en outre, d'un fil mobile commandé par une vis micrométrique. L'oculaire employé donne un grossissement de 54 fois. La lunette possède aussi deux autres oculaires grossissant respectivement 36 et 90 fois; mais je n'en ai pas fait usage. Un oculaire coudé sert aux observations des étoiles voisines du zénith; il est resté en place pour toutes les séries de longitude.

» Le grand niveau est assez sensible, car la partie vaut 0",90, soit 0^{s},060 en temps; mais les graduations ont à peine 1^{mm} d'écartement, ce qui exige l'emploi d'une loupe pour faciliter les lectures.

» L'éclairage du champ s'obtient au moyen de deux petites lanternes placées symétriquement sur des supports fixés aux montants du bâti. L'échauffement, assez faible d'ailleurs, est sans influence sensible sur l'horizontalité de l'axe si l'on a soin d'égaliser les mèches et de ne pas laisser fumer les lanternes.

» A défaut de mire, j'ai fait usage d'une lentille de 1^{m},85 de distance focale, placée à 85^{m} dans le nord de l'instrument. Cet appareil grossier a néanmoins donné des résultats suffisants comme point de repère.

» *Chronographe.* — Le chronographe est du système Bréguet, modifié par M. Lœwy. C'est le modèle qui a été employé dans les déterminations de longitude entre Paris-Alger-Marseille et Paris-Bonn-Berlin. Le pendule de cet appareil a été un peu long à régler, à la suite du long voyage qu'il

venait de subir; mais, le 1er décembre, il était définitivement installé, et il a parfaitement fonctionné pendant la durée du passage et pour toutes les observations de longitude.

» *Chronomètres*. — Les trois chronomètres, construits par Callier, à Paris, ont marché régulièrement, malgré les grandes variations de température auxquelles ils étaient exposés dans une simple cabane en planches. On peut même dire que le chronomètre n° 700 et le compteur sidéral n° 730 sont excellents.

» Leurs huiles datent de juin 1882.

» *Latitude*. — La lunette méridienne ne possède qu'un simple cercle de calage gradué à la minute : elle ne peut donc servir à déterminer la latitude par les observations méridiennes; d'autre part, le micromètre ne pouvant pas tourner de 90°, il a été impossible d'employer la méthode Talcott. Pour ne négliger aucun moyen de contrôle cependant, avant de démonter la cabane méridienne, j'ai profité des deux dernières nuits pour mettre la lunette dans le premier vertical et appliquer ainsi la méthode de Bessel. Ces observations donnent, pour latitude du pilier de la lunette méridienne, — 35°7′28″ à 1″ près.

» J'ai également observé plus de quarante séries de circumméridiennes d'étoiles au cercle à réflexion et à l'horizon artificiel à mercure; chaque série se compose de dix observations croisées au moins. Pour augmenter la précision, j'ai fait usage d'une lunette grossissant vingt fois et d'un grand miroir argenté extérieurement par le procédé Foucault, en vue d'éviter les erreurs du prismatisme. Enfin je me suis astreint à observer autant que possible par temps calme, afin de pouvoir supprimer le toit de l'horizon artificiel. Les séries déjà réduites donnent, pour valeur moyenne de la latitude de l'observatoire, — 35°7′26″, avec une approximation de 2″ à 3″ environ.

» *Longitude*. — Pour la longitude, j'ai observé, avant le passage, quatre occultations (deux immersions et deux émersions) et sept soirées complètes de culminations lunaires. Ces observations, prises par mesure de précaution, n'ont plus qu'une importance relative, puisque la longitude a pu être déterminée par le télégraphe électrique. Elles ne seront réduites d'ailleurs que lorsque je pourrai me procurer les corrections des tables lunaires.

» J'ai noté également trois éclipses du premier satellite de Jupiter; mais elles ne me paraissent susceptibles de quelque précision que si on les compare à des observations faites avec une lunette de même puissance.

» Les opérations de longitude par le télégraphe n'ont pu être commencées qu'après le passage; elles ont duré du 8 au 17 décembre, par suite de la difficulté des communications, la ligne étant souvent interrompue pendant l'échange même des signaux.

» La longitude est ainsi déterminée par six nuits d'observations, pendant chacune desquelles nous avons pu échanger une ou deux séries complètes de signaux avec l'observatoire de l'École navale à Buenos-Ayres. Chaque nuit comprend deux séries d'observations d'étoiles faites dans les deux positions de l'instrument, et chaque série comporte de six à dix étoiles horaires et une circumpolaire. Nous avons cru utile, en outre de l'envoi des signaux, de faire, dans la dernière nuit, des échanges directs d'observations d'étoiles.

» Le résultat déduit de la dernière nuit d'observations, la plus complète de toutes, fixe la position de notre observatoire à $2^{\circ}5'51'' = 8^{m}23^{s},4$ à l'ouest de l'École navale, soit à $4^{h}11^{m}17^{s}$ environ à l'ouest de Paris. Cette valeur subira peut-être une correction de quelques dixièmes de seconde, dès qu'on aura pu achever la réduction des observations.

JOURNÉE DU 6 DÉCEMBRE.

» Le 6 décembre, vers 7^{h} du matin, le ciel était fort embrumé; mais le Soleil commençait à se montrer et paraissait devoir dissiper les brumes, lorsque, vers 8^{h}, le vent de l'Est se levant ramena sur l'horizon des nuages plus épais. Depuis ce moment jusqu'à $9^{h}30^{m}$, le Soleil se montra à peine pendant quelques secondes.

» Malgré ces présages peu encourageants, toutes nos dispositions étaient prises pour profiter des moindres éclaircies; la toiture pyramidale de la cabane était entièrement ouverte, l'équatorial pointé sur le Soleil et entraîné par le mouvement d'horlogerie. Chacun était à son poste : M. Echagüe dans la salle méridienne, près du chronographe électrique, pour surveiller ses indications et assurer son fonctionnement régulier; M. Ortiz près de moi, à l'équatorial, afin d'écrire les particularités que je pourrais apercevoir et de noter, sur un chronomètre, les instants où je presserais le top électrique. Cette dernière précaution avait pour but de contrôler les heures du chronographe et de suppléer, au besoin, à un arrêt possible de cet appareil.

» Vers $9^{h}40^{m}$ (temps moyen du lieu), les nuages semblèrent devenir plus rares au zénith, le Soleil se montra pendant quelques minutes avec son bord parfaitement net, puis il se cacha de nouveau pour réapparaître de

$9^h 53^m$ à $9^h 54^m 30^s$. C'était justement l'instant fixé pour le premier contact ($9^h 53^m 20^s$). Or à ce moment le bord du Soleil était toujours parfaitement circulaire, aux environs du point indiqué par le fil du micromètre.

» Lorsque le Soleil reparut deux minutes plus tard, je vis une échancrure déjà très appréciable, mais les nuages la cachèrent presque immédiatement. Ce ne fut qu'à $9^h 58^m$ que je pus prendre la mesure micrométrique de la corde avec le huitième prisme. Cette mesure indique que le contact extérieur avait dû se produire trois minutes plus tôt, à $9^h 55^m$ environ.

» Presque aussitôt après, le Soleil se cacha de nouveau, et à $10^h 13^m$ j'avais perdu tout espoir d'observer le deuxième contact, car il devait se produire trente secondes plus tard, lorsque tout à coup, dans une légère éclaircie, la planète reparut, encore faiblement engagée sur le bord du Soleil. Je m'abstiens alors de toute mesure micrométrique, pour concentrer toute mon attention sur le phénomène si important du contact proprement dit. Le Soleil est en grande partie voilé par les nuages, de sorte que je puis l'observer parfaitement sans verre coloré; d'ailleurs son éclat est très doux et se maintient ainsi pendant huit ou dix minutes. Les bords des deux astres sont toujours très nets et sans la moindre ondulation, les cornes sont bien tranchées et se rapprochent insensiblement.

» A $10^h 14^m 54^s$, le contact géométrique me semble avoir lieu; cette estimation est très délicate et n'a qu'une importance secondaire. A ce moment je n'aperçois ni franges, ni ombres grises, ni ondulations d'aucune sorte; les images conservent toujours la même netteté, la même régularité géométrique.

» A $10^h 14^m 56^s$ (c'est-à-dire deux ou trois secondes environ après le contact géométrique), apparaît un filet de lumière entre la planète et le bord du Soleil : c'est alors que j'envoie un top au chronographe. Ce filet très délié est parfaitement net et grandit peu à peu; il présente la même teinte que les parties avoisinantes du Soleil, tandis que la planète se projette comme un rond d'encre admirablement défini. C'est donc ce moment que je note pour le contact intérieur; il me laisse dans l'esprit une impression très satisfaisante, et ne me paraît pas comporter une incertitude de plus d'une seconde.

» Aussitôt après, de $10^h 18^m$ à $10^h 30^m$, je prends une série de contacts artificiels avec la tirette à prismes, puis je mesure le demi-diamètre de Vénus et les angles des prismes.

» Vers $10^h 48^m$, le Soleil se couvre de nouveau pour ne reparaître qu'à $11^h 45^m$, moment auquel j'observe son passage au méridien.

» L'après-midi, de même que la matinée, a été fort contrariée par les variations incessantes du temps ; c'est à peine si, de $1^h 30^m$ à $2^h 50^m$, on a pu voir Vénus à deux ou trois reprises pendant quelques minutes, pour mesurer son diamètre apparent. Vers $2^h 50^m$, une pluie assez violente force même à abandonner toute observation et à recouvrir l'objectif et le micromètre, pour protéger ces deux parties essentielles.

» A $3^h 20^m$, le temps s'éclaircit un peu, la confiance renaît et je reprends avec ardeur les mesures micrométriques du diamètre de Vénus. La planète se rapproche du bord du Soleil, et à $3^h 33^m 53^s$ j'obtiens un excellent contact artificiel avec le huitième prisme. Je me dispose à observer la série décroissante lorsqu'un gros nuage noir vient obscurcir le Soleil jusqu'à $3^h 53^m$. A ce moment le contact interne était passé depuis trois ou quatre minutes, et il ne me restait plus qu'à mesurer les cordes formées par l'échancrure. Ces observations micrométriques faites avec soin peuvent remplacer le contact manqué, car les images étaient bien nettes et les ondulations peu sensibles.

» Enfin, à $4^h 9^m 26^s$, a lieu le dernier contact que je puis observer avec toute perfection ; mais la précision de cette observation me semble deux ou trois fois moindre que celle du contact interne.

» En résumé, malgré le mauvais temps qui n'a cessé de contrarier nos efforts et de déjouer nos espérances, nous avons pu observer deux contacts directs (le deuxième et le quatrième) et un certain nombre de contacts artificiels qui suppléeront aux deux autres. Ce résultat est meilleur que je n'osais l'espérer, d'après l'état du ciel, car c'est à peine si de 9^h du matin à 4^h du soir on a aperçu le Soleil une fois sur cinq ou six.

» Au point de vue optique, le phénomène n'a présenté pour moi que des apparences géométriques bien nettes et caractérisées, la planète se projetant sous la forme d'un disque noir bleuâtre sur un fond blanc à bords bien limités. Les ondulations ont été fort rares, en général, et complètement nulles aux approches des contacts. Ceci tient sans doute à la transparence et à la pureté de l'atmosphère amenées par les grandes pluies de la veille, qui avaient rétabli l'homogénéité en mélangeant les diverses couches d'air et en précipitant les corps en suspension.

OBSERVATIONS DU PASSAGE DE VÉNUS.

» Deux heures avant le commencement du phénomène, la pyramide de la cabane équatoriale est entièrement ouverte pour faciliter la circulation de l'air. Les triangles du Nord-Est et de l'Ouest sont rabattus, la pointe

sur le sol, et leurs cordes enlevées, de façon que rien ne vienne s'interposer devant l'objectif pendant les observations importantes.

» Une heure avant, l'équatorial est pointé sur le Soleil et mis en marche. La tirette à prismes est en place, et sa position n'a pas été modifiée pendant toute la durée des observations. Le coulant du micromètre est placé sur la division 51,8.

» L'objectif est faiblement argenté :

Valeur de la partie du tour de vis......... 0",9903
Épaisseur moyenne d'un fil............... 1p,6

Temps relevé sur l'enregistreur.	Temps sidéral du lieu.	Temps moyen du lieu.		Angle du prisme en parties du micromètre.
h m s	h m s	h m s		p
2.58.50,8	14.59. 5,8	21.58. 5,5	Distance des cornes...	46,05
3.15.43,8	15.15.58,9	22.14.55,9	Deuxième contact.	
3.18.41,7	18.56,8	17.53,3	Distance des bords....	9,90
3.20.27,4	20.42,5	19.38,7	» »	15,33
3.22.10,8	22.25,8	21.21,7	» »	20,30
3.23.37,2	23.52,3	22.48,0	» »	24,65
3.25.19,0	15.25.34,0	22.24.29,4	» »	30,03
3.26.44,1	26.59,2	25.54,4	» »	34,45
3.30.26,7	30.41,8	29.36,4	» »	45,00
8.35.33,3	20.35.48,4	3.33.52,8	» »	46,00
8.56.50,0	20.57. 5,1	3.55. 6,2	Distance des cornes...	54,20
8.57.52,4	20.58. 7,5	3.56. 8,5	» »	58,10
9. 7.58,7	21. 8.13,8	4. 6.13,1	» »	46,20
9. 9.43,0	9.58,1	7.57,1	» »	30,05
9.10.19,1	10.34,2	8.33,1	» »	24,30
9.11.12,4	11.27,5	9.26,3	Quatrième contact.	

Mesures du demi-diamètre de Vénus (moyennes).

62p,6 = 61",99 dans le sens du mouvement,
62p,8 = 62",19 dans le sens perpendiculaire.

TABLE DES MATIÈRES.

SÉANCE DU LUNDI 6 AOUT 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE TERRESTRE. — *Résistance vive ou dynamique des solides. Représentation graphique des lois du choc longitudinal, subi à une de ses extrémités par une tige ou barre prismatique assujettie à l'extrémité opposée.* Note de MM. DE SAINT-VENANT et FLAMANT (Suite et fin) [1].

» Si donc, d'après sa direction, le choc a eu pour tendance d'allonger la barre (c'est-à-dire si, par exemple, la masse heurtante Q est creuse et enfilée comme un manchon par la barre, supposée munie à son extrémité d'un petit arrêt ou bourrelet saillant recevant le heurt), les valeurs (49), (50), (51) de ∂_m, numériquement calculées, sont à égaler à la limite, ordinairement appelée $\frac{R_0}{E}$, des dilatations dangereuses, pour former l'équation de *cohésion permanente,* ou la condition de non-énervation et de non-rupture, même à la longue, de la barre subissant des chocs.

» Si les chocs ont eu pour tendance de raccourcir, et *s'il ne devait en résulter que des compressions,* ces mêmes quantités numériques $-\partial_m$ seraient à égaler à un nombre plus grand $\frac{R'_0}{E}$, R'_0 étant la limite, toujours très au-dessus de R_0, des forces comprimantes non dangereuses. Mais, comme nous avons vu (n° 5) que, dans la première période *de la détente libre* qui suit le choc, il se produit des dilatations égales aux compressions ayant précédé, le danger de désagrégation de la matière survit à la jonction, et la prudence conseille de traiter les compressions sur le même pied que les

---

[1] *Comptes rendus,* séances des 16, 23 et 30 juillet 1883.

dilatations, ou d'égaler leurs valeurs numériques (49) à (51) à la même limite $\frac{R_0}{E}$ que si c'étaient des dilatations ([1]).

» La *fig.* 6 représente la loi de ces valeurs de $-\partial_m$ en une courbe dont les ordonnées sont les $\frac{\omega}{V}(-\partial_m)$ et les abscisses sont les $\frac{Q}{P}$, courbe qui a nécessairement des jarrets, mais peu anguleux, aux points répondant aux abscisses $\frac{Q}{P} = 5{,}686$; $13{,}82$; $25{,}16$, où la loi change de forme. Les ordonnées $\frac{\omega}{V}(-\partial_m)$ sont cotées auprès de ces points.

» Cette courbe diffère considérablement de la parabole tracée dessous, aussi en ligne pleine, dont les ordonnées sont données par

$$(52) \qquad -\frac{\omega}{V}\partial_m = \sqrt{\frac{Q}{P}};$$

c'est-à-dire par la solution vulgaire (1) du n° 1, où $\frac{u_m}{a}$ remplace $-\partial_m$. Mais, si l'on relève cette parabole en ajoutant l'unité à toutes ses ordonnées, on aperçoit que la courbe qui en résulte et dont l'équation est

$$(53) \qquad -\frac{\omega}{V}\partial_m = \sqrt{\frac{Q}{P}} + 1, \quad \text{d'où} \quad -\partial_m = \frac{V}{\omega}\left(\sqrt{\frac{Q}{P}} + 1\right),$$

est, à partir de $\frac{P}{Q} = 5$, fort rapprochée de notre courbe ondulée, qui a été tracée conformément aux formules exactes (49) à (51).

([1]) Ceci suppose, bien entendu, que lorsque le choc tend ainsi à l'accourcissement de la barre, celle-ci reste droite ou ne fléchit pas latéralement.

On sait que dans l'état d'équilibre, une pièce *sollicitée debout*, c'est-à-dire pressée (statiquement) dans le sens de sa longueur, ne prend ou ne conserve aucune flexion élastique tant que la force comprimante, dont l'effet alors s'exerce uniformément d'un bout à l'autre, est moindre que $\frac{\pi^2 EI}{a^2}$, a étant sa longueur, I le plus petit moment d'inertie de sa section transversale σ supposée constante. L'on peut admettre analogiquement, et même, ce semble, comme un *a fortiori*, que cette barre d'un poids P, sollicitée par le choc comprimant d'un corps Q tendant à y développer en un seul endroit, et comme maximum, une pression longitudinale égale à $E\sigma(-\partial_m)$, ∂_m étant la valeur ci-après (53), ne fléchira pas si l'on a

$$E\sigma\frac{V}{\omega}\left(\frac{\sqrt{Q}}{P} + 1\right) < \frac{K^2 EI}{a^2}.$$

Sous cette condition, presque toujours remplie, ce que nous donnons peut être réputé applicable aux contractions comme aux extensions dynamiquement éprouvées.

» Cette particularité n'est pas de pur hasard. M. Boussinesq, dans une Note du 16 juillet 1883 (*Comptes rendus*, p. 154), a démontré d'une manière remarquable qu'il devait en être ainsi, et que l'équation ou la formule simple (53) doit, à l'exclusion de celle (52), donner par grande approximation les plus fortes dilatations dynamiques $-\partial_m$, pour peu que le rapport $\frac{Q}{P}$ ait de grandes valeurs.

» En effet, alors le nombre des *bonds* des valeurs de $f'(\zeta)$ (nº 5) ou des réflexions de l'ébranlement aux extrémités de la barre devient considérable, ainsi qu'on peut déjà s'en faire une idée par le haut de la *fig.* 1. Mais on a en général, pour un instant quelconque, le déplacement du point heurté :

$$u_0 = u_{x=0} = f(\omega t) - f(\omega t - 2a) = \int_{\omega t - 2a}^{\omega t} f'(\omega t)\, d(\omega t); \quad \text{d'où :}$$

$$(54) \qquad \text{Maximum de } \frac{u_0}{2a} = \frac{u_{0m}}{2a} = \text{Max. de } \frac{1}{2a}\int_{\zeta-2a}^{\zeta} f'(\zeta)\, d\zeta;$$

ou égal à la plus grande des *valeurs moyennes* que prend la fonction dérivée $f'(\zeta)$ pour les diverses étendues $2a$ des valeurs de sa variable. Or la suite de ces valeurs moyennes passe à peu près à égale distance des suites (même *fig.* 1) des minima $f'(2na)$ et des maxima successifs $f'(2na + \varepsilon)$ de la fonction f'; et ces deux suites sont à la distance constante $\frac{V}{\omega}$ l'une de l'autre. Ajoutons-en la moitié à la moyenne (54), nous aurons, à très peu près,

$$(55) \qquad \text{Maximum de } f'(\zeta) = \frac{u_{0m}}{2a} + \frac{1}{2}\frac{V}{\omega}.$$

» Comme la plus grande dilatation, $-\partial_m$, est [form. (48)] double de la plus grande valeur de $f'(\zeta)$, l'on a bien, en attribuant à $\frac{u_{0m}}{a}$ la valeur donnée par (52), précisément, pour $-\partial_m$, la valeur que lui donne (53).

» On aurait eu légèrement moins en attribuant au déplacement u_{0m} sa valeur de seconde et grande approximation

$$(46 \text{ reproduit}) \qquad a\frac{V}{\omega}\sqrt{\frac{Q}{P}}\left(1 + \frac{1}{3}\frac{P}{Q}\right)^{-\frac{1}{2}} = a\frac{V}{\omega}\left(\sqrt{\frac{Q}{P}} - \frac{1}{6}\sqrt{\frac{P}{Q}} + \cdots\right),$$

dont la Note citée du 16 juillet donne une démonstration nouvelle et indépendante des considérations de travaux virtuels ou de pertes de force vive. Mais, d'un autre côté, vu que les courbes de la *fig.* 1 ont une concavité tournée vers le haut, il y aurait eu lieu d'ajouter à $\frac{u_{0m}}{a}$, pour avoir le

maximum de $f'(\zeta)$, un peu plus que la moitié de $\frac{V}{\omega}$; d'où une compensation partielle. Nous concluons :

» 1° Que pour les très grandes valeurs de $\frac{Q}{P}$, au-dessus de 24 par exemple, il faut, au lieu de la formule (52), $\frac{V}{\omega}\sqrt{\frac{Q}{P}}$, qui néglige l'inertie, prendre

$$-\partial_m = \frac{V}{\omega}\left(\sqrt{\frac{Q}{P}} + 1\right);$$

» 2° Que, pour les valeurs de $\frac{Q}{P}$ entre 5 et 24, comme la ligne ponctuée tracée sur la *fig.* 6, en relevant de 1,10 la parabole, se rapproche encore davantage de la courbe des valeurs exactes, il convient de prendre

$$-\partial_m = \frac{V}{\omega}\left(\sqrt{\frac{Q}{P}} + 1,10\right);$$

» 3° Mais que, de $\frac{Q}{P} = 0$ à $\frac{Q}{P} = 5$, il faut recourir à la formule exacte, simple encore entre ces limites, c'est-à-dire à

[(49) reproduit] $$-\partial_m = 2\frac{V}{\omega}\left(1 + e^{-2\frac{P}{Q}}\right).$$

» Le problème de résistance ici traité acquiert de plus en plus d'importance, puisque la plupart des constructions sont aujourd'hui disposées de manière que leurs pièces ne supportent que des efforts dans le sens de la longueur. Deux des formules pratiques que nous venons de donner ne sont, comme celle (46), qu'approximatives. Mais elles ont été révélées par l'établissement préalable de formules exactes qu'il a fallu, comme on voit, tirer de l'analyse circonstanciée et délicate ci-dessus, due à M. Boussinesq, pour arriver à ces résultats simples. »

M. C. Wolf fait hommage à l'Académie d'une « Conférence sur les Comètes », faite par lui à la Société industrielle du nord de la France, le 21 janvier 1883.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Duponchel** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 19 mars 1883, et contenant l'indication d'un procédé mécanique pour la direction des aérostats.

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel. La Note qu'il contient sera renvoyée à la Commission des Aérostats.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux numéros du « Bulletin de l'Académie de Médecine », adressés par M. *J. Guérin*, et contenant la discussion à laquelle il a pris part, les 24 et 31 juillet, sur l'origine du choléra.

PHYSIQUE. — *Réclamation de priorité, à propos d'une Communication de M.* Jamin, *sur le point critique des gaz liquéfiés.* Lettre de M. **W. Ramsay** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Je viens de lire, dans le *Philosophical Magazine*, la traduction d'un Mémoire de M. J. Jamin sur le point critique des gaz liquéfiés. Comme je crois avoir été le premier à exposer, dans les *Proceedings of the royal Society* (22 avril 1880 et 16 décembre de la même année, t. XXX), les vues contenues dans ce Mémoire, il me semble légitime d'en réclamer la priorité.

» Je suis heureux qu'un savant aussi distingué que M. Jamin soit arrivé aux conclusions énoncées par moi il y a trois ans.

» 1. M. Jamin déclare qu'on ne doit plus regarder comme le point critique d'un liquide la température à laquelle il se transforme entièrement en gaz indépendamment de l'augmentation de pression, mais le point auquel la gravité spécifique devient, par suite de l'élévation de la température, égale à celle du gaz en contact avec lui, et il ajoute :

» 2. Qu'alors le liquide et le gaz se mélangent, et que pendant la formation du mélange il se produit un nuage, dû à des gouttelettes de liquide *plus légères* que le gaz.

» 3. M. Jamin dit aussi qu'il est possible de liquéfier un gaz, par la pression seule, quelque haute que soit la température;

» 4. Il s'appuie sur une expérience de M. Cailletet qui, après avoir comprimé un mélange d'acide carbonique et d'air jusqu'à ce que le premier se liquéfiât, a réussi, en augmentant la pression, à faire disparaître le ménisque de l'acide carbonique sans aucun changement de température.

» Voici ce que je disais moi-même dès 1880, dans les *Proceedings of the royal Society :*

» 1. Le point critique est le point auquel le liquide, par suite de son expansion, et le gaz, par suite de sa contraction, acquièrent la même gravité spécifique et par conséquent se mélangent.

2. Le liquide se contractant par le refroidissement plus rapidement que le gaz s'en sépare sous forme de nuage dans toute l'étendue du tube, et en vertu de son poids spécifique se rend à la partie inférieure.

» Il faut dire que j'ai remarqué que l'alcool amylique, lorsqu'on le chauffe, se transforme, près de son point critique, en globules qui montent lentement à la partie supérieure du tube, et par conséquent doivent avoir une gravité spécifique moindre que celle du gaz. Sachant que M. Noel Hartley avait fait des expériences sur le liquide contenu dans des cavités du quartz, je lui ai écrit, en demandant s'il avait été frappé par quelque phénomène semblable; il m'a répondu d'une manière affirmative.

» 3. Si les déductions tirées des expériences ci-dessus sont correctes, il s'ensuit que cette forme de la matière que nous appelons *gaz* peut être transformée en liquide par la pression seule; mais le ménisque n'est jamais visible, car la transformation est graduelle. Pour le rendre visible, il faut se rappeler que les liquides possèdent, dans de pareilles circonstances, à un bien plus haut degré que les gaz, la propriété de se dilater sous l'influence de la chaleur et de se contracter par le refroidissement. Si donc on abaisse la température jusqu'à ce que le liquide, par contraction, acquière une gravité spécifique plus grande que celle de son gaz, alors, mais alors seulement, on pourra observer le phénomène du ménisque.

» 4. Mais je n'hésite pas à penser que l'existence d'une tension de surface n'est pas une preuve de l'existence d'un liquide, et je trouve un argument frappant à l'appui de cette théorie dans une expérience de M. Cailletet (*Comptes rendus*, t. XC, p. 210). M. Cailletet, en effet, a constaté que, le bas de son tube étant rempli d'acide carbonique liquide et le haut d'un mélange d'acide carbonique gazeux et d'air, l'acide carbonique liquide se mélangeait avec l'air sous une pression de 130^{atm}. La question est simple :

le gaz, devient-il liquide, ou le liquide gaz? ou bien arrivent-ils tous deux à un état qui n'est ni liquide ni gazeux?

» Je ne citerai plus que le dernier paragraphe de mon second Mémoire, ainsi conçu :

« Les vues exprimées dans ce Mémoire sont : 1° qu'un gaz peut être regardé comme un corps dont les molécules sont composées d'un petit nombre d'atomes, 2° un liquide, comme un corps composé d'agrégats de molécules gazeuses formant une molécule plus complexe, et 3° qu'au-dessus du point critique la matière peut consister entièrement en gaz, si le volume est assez considérable; entièrement en liquide, si le volume est suffisamment diminué; ou d'un mélange des deux, sous tout autre volume. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'application de la méthode d'Ampère à la recherche de la loi élémentaire de l'induction électrique par variation d'intensité.* Note de M. QUET.

« La loi élémentaire de l'induction produite par la variation d'intensité des courants électriques est aujourd'hui représentée par trois formules très différentes, dont une est de M. Neumann et l'autre de M. Weber. Quelle est celle qu'il convient d'adopter? Une question analogue se produit aussi pour l'induction par vitesse relative, dont deux lois élémentaires différentes ont été proposées par MM. Neumann et Weber, et, dans ma dernière Communication, j'ai fait voir que la méthode d'Ampère donne la loi du dernier de ces savants. Il est naturel de chercher quel résultat peut fournir cette méthode dans le cas plus délicat et plus difficile de la première question; on verra qu'elle conduit à une expérience propre à mettre à l'épreuve la loi de M. Weber. D'ailleurs cette expérience aura cela d'intéressant que, si elle est favorable, elle suffira pour donner directement la véritable formule.

» L'appareil à employer se compose d'une série de solénoïdes égaux, fermés, à directrices planes, et enfilés par un anneau support sur lequel ils sont régulièrement répartis. On fait passer un même courant dans les conducteurs et l'on observe si des effets extérieurs d'induction se produisent lorsque le courant subit des variations d'intensité. Si l'induction est appréciable, c'est que la loi de M. Weber ne satisfait pas à ce genre d'expériences; si elle est insensible, c'est que la loi sort victorieuse de cette épreuve. Reste à savoir si d'autres lois ne pourraient pas conduire au même résultat. Admettons, pour un moment, que l'expérience soit favorable et consultons les équations d'équilibre que fournit alors la méthode d'Ampère. Nous

trouvons que trois lois seulement peuvent satisfaire à ces conditions; que deux d'entre elles doivent être rejetées comme étant contraires à d'autres observations, et que celle qui reste donne la loi de M. Weber.

» Voici, en peu de mots, la marche que j'ai suivie :

» 1° *Hypothèse générale.* — J'admets que l'action inductrice de l'élément de courant *ds* sur la masse élémentaire *m* de fluide électrique consiste en une attraction ou une répulsion.

» 2° *Proposition.* — Cette action est nulle lorsque *ds* est perpendiculaire à la ligne des centres. Cela résulte de l'application de la loi de symétrie employée par Ampère dans l'Électrodynamique. La loi de M. Weber s'accorde avec cette proposition.

» 3° *Principe général.* — L'action de *ds* sur *m* est égale à la résultante des forces que l'on obtiendrait si l'on faisait agir sur cette masse successivement les projections de l'élément de courant *ds* suivant trois directions rectangulaires menées par son centre.

» On peut réduire à deux les trois projections de *ds* en choisissant pour axes de projection la ligne des centres et sa perpendiculaire dans le plan qui passe par *ds*. Comme l'action due à la projection sur ce dernier axe est nulle en vertu de la proposition qui précède, on n'a à considérer que celle de la première projection, dont la grandeur est $ds\cos\theta$, θ étant l'angle de *ds* avec la ligne des centres OC ou *r*. D'après cela, on peut écrire

$$p = m\frac{di}{dt}f(r)\cos\theta\,ds.$$

La loi de M. Weber a cette forme. Il reste à déterminer la fonction inconnue $f(r)$.

» 4° *Action inductrice d'un circuit plan et de très petites dimensions.* — Le calcul m'a donné, pour les composantes X, Y, Z de l'action P exercée sur *m*,

$$X = m\frac{di}{dt}\omega\frac{f(\rho)}{\rho^2}(y\gamma - z6), \quad Y = \ldots, \quad Z = \ldots;$$

ω est l'aire du circuit plan; x, y, z les coordonnées de son centre de gravité G; ρ la distance de ce centre au point O; α, 6, γ les cosinus des angles que la normale GN au plan du circuit fait avec les axes des coordonnées dont l'origine est au centre O de *m*.

» 5° *La fonction inconnue $f(r)$ est négative.* — Les valeurs précédentes de X, Y, Z montrent immédiatement qu'il en doit être ainsi pour que l'augmentation d'intensité du courant inducteur produise un courant

inverse dans un circuit concentrique et de même plan. Ce même signe se trouve dans la loi de M. Weber.

» 6° *Action inductrice d'un solénoïde homogène, fermé et à directrice plane.* — Les composantes X', Y', Z' de cette action P' se déduisent des valeurs précédentes par un calcul qui se trouve tout fait dans l'Électrodynamique. On a ainsi

$$X' = -m\frac{di}{dt}\frac{\omega\omega'}{l}\left\{[(2\varphi(R) + R\varphi'(R)] - \frac{qx'}{R}\varphi'(R)\right\},\quad Y' = \ldots,\quad Z' = \ldots.$$

Le signe de $f(r)$ a été changé d'après la remarque précédente. On a posé $f(r) = r^2\varphi(r)$; on a désigné par R la distance du point O au centre de gravité G' de la directrice d'aire ω' qui appartient au solénoïde dont la génératrice a pour aire ω; x', y', z' sont les coordonnées de G'; α', β', γ' sont les cosinus des angles faits avec les axes par la normale G'N' du plan sur lequel se trouve l'aire ω'; q est la distance du point O à ce plan; R est la distance OG'; l est l'intervalle de deux génératrices consécutives du solénoïde, intervalle compté sur la directrice.

» L'expérience a montré à Felici que l'action inductrice du solénoïde n'est pas nulle, et cela s'accorde avec les expressions de X', Y', Z', et spécialement lorsque l'on adopte la loi de M. Weber, c'est-à-dire lorsqu'on prend $f(r) = \frac{h}{r}$, h étant une constante. Il y a là une nouvelle vérification de la loi de M. Weber.

» 7° *Action inductrice d'un solénoïde composé, construit conformément à la règle déjà donnée.* — Je considère une courbe quelconque passant par les centres de gravité G' de divers anneaux solénoïdaux et dirigée perpendiculairement aux plans de ces anneaux. Cette courbe servira de directrice au solénoïde composé. Je désigne par l' la distance constante des centres de gravité consécutifs G', comptée sur la directrice, et par X'', Y'', Z'' les composantes de l'action exercée par le système sur la masse m. Le calcul de ces composantes est en quelque sorte tout fait dans l'Électrodynamique. Lorsque la directrice est fermée, j'ai

$$X'' = -m\frac{di}{dt}\frac{\omega\omega'}{ll'}\int\frac{1}{R^2}\frac{d}{dR}[R^3\varphi(R)]\,dx',\quad Y'' = \ldots,\quad Z'' = \ldots.$$

Ces composantes deviennent nulles lorsqu'on prend pour $f(r)$ l'une ou l'autre des trois expressions $\frac{h}{r}$, $h'r^2$, $\frac{h}{r} + h'r^2$, et il est aisé de voir qu'il n'existe pas d'autre expression pour annuler les seconds membres; cela

est démontré d'ailleurs dans l'Électrodynamique. Comme on doit rejeter les deux dernières expressions, il ne reste plus que la première qui soit possible. Dans ces conditions, et l'expérience étant supposée favorable, on a, pour la loi élémentaire et pour la force électromotrice e développée dans l'élément $d\sigma$ d'un circuit fermé, contenant la masse m et faisant l'angle ψ avec OC,

$$p = -\frac{hm}{r}\frac{di}{dt}\cos\theta\, ds, \quad e = -h\frac{di}{dt}\cos\theta\cos\psi\, ds\, d\sigma.$$

Ce sont les formules de M. Weber. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure des différences de potentiel, au moyen du galvanomètre.* Note de M. L. Thévenin.

« Parmi les conséquences pratiques du théorème d'électricité dynamique que j'ai présenté à l'Académie (séance du 16 juillet 1883), je crois devoir signaler aujourd'hui son application à la détermination expérimentale de la différence des potentiels V et V' en deux points A et A' d'un réseau de conducteurs parcourus par des courants constants.

» L'emploi de l'électromètre fournit une solution rigoureuse du problème, et cette solution est, à tous les égards, la plus satisfaisante; mais la mise en station et le réglage de l'instrument exigent, de la part de l'expérimentateur, une habileté peu commune, et réclament, dans tous les cas, un temps assez long. On a donc souvent recours au galvanomètre; la méthode usitée est alors la suivante :

» L'appareil est placé en dérivation, c'est-à-dire que les deux extrémités du fil des bobines aboutissent en A et A'. On observe la déviation de l'aimant, et, connaissant la constante de l'appareil, on en déduit l'intensité i du courant dérivé. Ceci posé, si la résistance r de la branche contenant le galvanomètre est *très grande*, on admet que l'introduction de cette résistance n'a pas changé sensiblement le régime primitif des courants, c'est-à-dire que la nouvelle différence $v - v'$ des potentiels des points A et A' est sensiblement égale à la différence cherchée V — V', et l'on accepte, pour valeur de la quantité cherchée, l'expression

$$v - v' = i \times r.$$

» Mais que faut-il entendre par une résistance *très grande?* Il est clair qu'il ne s'agit pas ici d'une résistance très grande d'une manière absolue, mais très grande par rapport à une autre résistance. Quelle est cette autre

résistance, et sur quelle approximation peut-on compter? Ce sont là deux questions importantes, sur lesquelles aucun traité de mesure ne donne, à ma connaissance, d'explications. Or j'ai démontré que, si R représente la résistance du réseau primitif mesurée entre les points A et A' considérés comme électrodes, la valeur véritable de $V - V'$ est donnée par la relation

$$V - V' = i(r + R).$$

» L'erreur absolue est donc

$$V - V' - (v - v') = iR,$$

et l'erreur relative est

$$\frac{R}{r + R} = \frac{1}{\frac{r}{R} + 1}.$$

» Ainsi, pour avoir une idée de l'approximation de la mesure, il faut connaître, au moins d'une manière approchée, la valeur du rapport $\frac{r}{R}$. La méthode supposant qu'on connaît r, il reste à évaluer R. Cette évaluation peut se faire assez facilement, lorsque les points A et A' partagent le réseau en deux parties qui n'ont pas de communication entre elles, et qui sont constituées chacune par un conducteur simple ou par des conducteurs en arc multiple, de résistances connues; mais il n'en est plus de même si ces deux parties sont reliées entre elles par d'autres conducteurs, et, dans ce dernier cas, on ne peut, en général, se rendre compte *a priori* de la valeur minima qu'il convient de donner à r pour que l'erreur ne dépasse pas une limite assignée.

» Voici une méthode qui évite cet embarras, en fournissant une solution dans laquelle il n'entre aucune approximation.

» Le galvanomètre, dont la résistance peut avoir une valeur quelconque, étant installé en dérivation, comme précédemment, entre les points A et A', les potentiels de ces points prennent des valeurs différentes de V et V', mais j'ai démontré que l'on a

$$V - V' = i(r + R). \tag{1}$$

» Introduisons maintenant dans la branche du galvanomètre une résistance étalonnée a, et soit i' la nouvelle intensité du courant dérivé, déduite de la nouvelle déviation de l'aimant. On aura

$$V - V' = i(a + r + R). \tag{2}$$

» Éliminant $r + R$ entre ces deux relations, on obtient

$$V - V' = a \frac{ii'}{i - i'}.$$

» Si l'on choisit a de manière què $i' = \frac{i}{2}$, la formule se simplifie et devient

$$V - V' = a \times i.$$

» Cette formule est rigoureusement exacte, et, en vertu de la généralité du théorème dont elle se déduit, elle est applicable quelle que soit la complication du réseau.

» Théoriquement, on peut donner à r une valeur quelconque. En pratique, cela est encore vrai, sauf lorsqu'il existe dans le réseau des forces électromotrices de réaction. Il convient alors, pour rendre leurs variations peu sensibles, de faire usage, de préférence, d'une dérivation de résistance considérable (1).

» *Remarque I.* — On peut également, des équations (2) et (3), tirer la valeur de R. On trouve

$$R = a \frac{i'}{i - i'} - g,$$

et, dans le cas où $i' = \frac{i}{2}$,

$$R = a - g.$$

Il en résulte que le réseau donné peut, le cas échéant, être traité comme une source constante, par exemple comme une pile, dont les pôles sont en A et A', dont la force électromotrice est $a \times i$, et la résistance intérieure $a - g$.

» *Remarque II.* — Toutes les méthodes connues pour la mesure de la force électromotrice et de la résistance intérieure d'une pile peuvent servir pour déterminer les quantités désignées par $V - V'$ et par R; c'est la conséquence de la formule $i = \frac{V - V'}{r + R}$, qui fait l'objet de mon théorème. Si j'ai développé spécialement l'une de ces méthodes, c'est pour indiquer la possibilité de parvenir, par une modification simple, à rendre rigoureusement exact un procédé *usuel* ne fournissant qu'un résultat approché. »

---

(1) A ce point de vue, l'emploi de l'électromètre présente un grand avantage, car il permet d'effectuer la mesure sans altérer en rien le régime des courants.

CHIMIE. — *Sur le bore*. Note de M. A. **Joly**, présentée par M. Debray.

« H. Sainte-Claire Deville et Wöhler ont décrit, sous le nom de *bore cristallisé*, des produits qu'ils obtenaient en réduisant, à température élevée, dans des creusets en charbon de cornues ou de plombagine, de l'acide borique par l'aluminium.

» Ces produits diffèrent cependant, tant par leur aspect extérieur que par la composition. La matière qui se produit le plus abondamment se présente sous la forme d'octaèdres quadratiques jaunes ou brun-marron; le vif éclat des cristaux, leur réfringence, leur dureté les rapprochent du diamant. Ces cristaux renfermaient cependant des proportions variables de carbone et d'aluminium, substances qu'il était naturel, étant données les circonstances mêmes où la matière avait pris naissance, de considérer comme accidentelles, ou même de regarder comme formant avec le bore des mélanges isomorphiques. Ces cristaux étaient toujours accompagnés d'une matière noire, douée d'un vif éclat, et qui se présentait quelquefois en larges lamelles, transparentes seulement sous de très faibles épaisseurs. L'analyse d'un échantillon des cristaux noirs n'accusait que la présence de 2,4 pour 100 de carbone. Enfin, en épuisant à plusieurs reprises l'action de l'acide borique en grand excès sur l'aluminium, Deville et Wöhler obtenaient une masse caverneuse, rouge-chocolat clair, hérissée de cristaux très éclatants et plus durs que les variétés précédentes. Mais ces cristaux étaient intimement unis à du corindon, dont il était impossible de les débarrasser complètement pour les soumettre à l'analyse.

» M. Hampe[1] a repris l'étude de ces produits cristallisés, connus sous le nom de bore *adamantin;* il a été conduit à formuler des conclusions bien différentes de celles de H. Deville et Wöhler.

» Le chimiste allemand établit qne les cristaux lamellaires noirs ne renferment pas de carbone, mais 17 pour 100 d'aluminium, et ont la composition d'un borure $AlBo^6$. On les obtient seuls lorsqu'on réduit l'acide borique par l'aluminium dans des creusets en terre réfractaire à la température de fusion du fer. Ces cristaux se dissolvent dans l'acide nitrique bouillant et leur densité est 2,5345 à 17°,2.

» Quant aux octaèdres quadratiques jaunes ou bruns, ils contiennent normalement du carbone (3,8 pour 100) et de l'aluminium (13 pour 100).

(1) *Liebig's Ann. Chem.*, t. CLXXXIII, p. 75.

M. Hampe a trouvé la même composition à des cristaux provenant de préparations différentes, et la proportion d'aluminium est trop élevée pour qu'on admette que la présence de cet élément n'est qu'accidentelle.

» La composition de ces cristaux serait représentée par la formule $C^2Al^3Bo^{24}$ ou, en les envisageant comme une combinaison de borure d'aluminium et de carbure de bore : $3AlBo^6 + 2Bo^3C$. Ces cristaux sont également solubles dans l'acide nitrique et leur densité est 2,618 à 13°. Ils prennent naissance lorsqu'on réduit l'acide borique par l'aluminium, dans des creusets de charbon ou de graphite, à une température bien supérieure à celle où se produisent les cristaux noirs dont il a été question en premier lieu.

» Si les travaux de MM. Deville et Wöhler, d'une part, et ceux de M. Hampe de l'autre, s'accordent pour établir la composition complexe des cristaux jaunes, avec cette différence cependant que M. Hampe les regarde comme des composés définis de carbone, d'aluminium et de bore, il est un point sur lequel existe le désaccord le plus complet. Tandis que les cristaux noirs ne renfermeraient que du carbone comme élément étranger, d'après Deville et Wöhler, M. Hampe n'y trouve que de l'aluminium, en proportion invariable, et signale l'absence complète du carbone.

» Je me propose d'établir que l'on a confondu, d'après l'aspect extérieur, des substances bien différentes.

» A la température élevée à laquelle ils opéraient, en présence du carbone, Deville et Wöhler n'obtenaient qu'en très petite quantité ces grands cristaux lamellaires noirs de borure $AlBo^6$; je les ai même rarement vus se former lorsqu'on a élevé la température à son maximum, mais aux cristaux jaunes se trouvent accolés des cristaux noirs beaucoup plus petits que l'on réussit d'ailleurs à obtenir presque seuls, lorsque l'on opère sur une petite quantité de matière et que l'on prolonge la durée de chauffe. C'est cette substance que Deville et Wöhler ont très probablement analysée, et ils se sont servis, pour la caractériser, d'un des caractères physiques qui leur paraissait le plus saillant, l'aspect lamellaire que présentaient quelques cristaux. M. Hampe, au contraire, constatant que les grands cristaux noirs qu'il isolait à la pince ne renfermaient pas de carbone, opérait la réduction de l'acide borique dans un creuset en terre, à une température bien inférieure à celle où les cristaux étudiés par Deville et Wöhler prenaient naissance.

» Il est facile d'établir en effet que les analyses de Deville et Wöhler et celles de M. Hampe ont porté sur des matières différentes.

» Les cristaux de borure $AlBo^6$ et les octaèdres quadratiques jaunes et transparents se dissolvent dans l'acide nitrique bouillant sans laisser de résidu sensible. Mais, lorsqu'on attaque par ce réactif les cristaux obtenus à la température la plus élevée, soutenue autant que le permet la résistance d'une double enveloppe de plombagine, cristaux qui sont bruns ou noirs, la dissolution n'est plus que partielle. Il reste, mélangés à une petite quantité de gangue alumineuse, de petits cristaux noirs, doués d'un éclat métallique très prononcé et d'une très grande dureté. Ces cristaux, brûlés dans un courant de chlore, au rouge, laissent un résidu de charbon très divisé, ayant exactement la forme des cristaux primitifs, mais d'un noir velouté, et il ne se forme qu'une très petite quantité de chlorures d'aluminium et de fer, provenant probablement de ce que les cristaux n'avaient pas été débarrassés complètement de borure d'aluminium, ou de l'attaque d'une petite quantité de gangue par le chlore en présence du bois et du charbon. Le charbon résidu brûle au rouge sombre; il ne reste, en dernier lieu, qu'une trace d'alumine blanche et quelques parcelles de graphite.

» Des cristaux dont la densité était 2,542 à 17° contenaient 15,7 pour 100 de carbone, ce qui correspond à la composition d'un carbure Bo^3C.

» Parmi les produits de réduction de l'acide borique par l'aluminium, nous trouvons donc :

» 1° Le borure BoAl, en lamelles hexagonales d'un jaune d'or, étudié par H. Deville et Wöhler;

» 2° Le borure Bo^6Al, en grands cristaux lamellaires noirs;

» 3° Les cristaux quadratiques jaunes au bel éclat adamantin, renfermant du carbone et de l'aluminium;

» 4° Un carbure de bore, ou probablement plusieurs produits carburés, provenant de la transformation, à température élevée, en présence du charbon et de l'acide borique en excès, des produits précédents.

» Je me suis borné, dans cette premiere Note, à établir l'existence d'une combinaison de bore et de carbone : je me propose de présenter à l'Académie l'étude des composés différents renfermant ces deux éléments. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les plaquettes du sang, de M.* Bizzozero, *et sur le troisième corpuscule du sang, ou corpuscule invisible, de M.* Norris. Note de M. G. Hayem, présentée par M. Vulpian.

« On sait que je considère les petits éléments du sang, auxquels j'ai donné le nom d'*hématoblastes,* comme étant à la fois les premières formes

des hématies chez l'adulte et les agents de la coagulation. Depuis quelques années, on se préoccupe également, à l'étranger, de l'histoire anatomique et physiologique des éléments du sang, et l'on a introduit dans la science des mots nouveaux qui, appliqués aux mêmes objets, peuvent prêter à la confusion. Il me paraît donc indispensable, pour bien préciser le sujet des recherches que j'ai déjà communiquées à l'Académie des Sciences, et que je poursuis encore actuellement, de présenter sur ces travaux étrangers quelques courtes observations.

» I. Dans une série de publications, dont la première remonte au mois de janvier 1882, M. Bizzozero a appelé vivement l'attention sur l'existence dans le sang de petits corpuscules, qu'il désigne sous le nom de *plaquettes*. Comme cet observateur intitule son travail : *Sur un nouvel élément morphologique du sang chez les Mammifères et sur son importance dans la thrombose et dans la coagulation* (*Archives italiennes de Biologie*, t. I, fasc. 1), on pourrait croire que ces plaquettes avaient jusqu'à présent échappé à l'observation. Il résulte cependant de la description de l'auteur qu'elles ne sont autres que les éléments que j'ai minutieusement étudiés sous le nom d'*hématoblastes*.

» Divers anatomistes avaient déjà aperçu dans le sang des corpuscules de matière protéique distincts des globules blancs et des hématies, lorsque, en 1877, je fis connaître mes premières recherches. Je citerai notamment Max Schultze et M. Vulpian comme ayant certainement vu les hématoblastes; mais ces observateurs n'en avaient pas reconnu les caractères exacts et ne les avaient pas considérés comme des éléments morphologiques.

» Je crois avoir établi que les hématoblastes sont bien réellement des éléments figurés, et récemment j'ai réussi à y démontrer la présence d'un noyau nucléolé, particularité importante qui ne peut laisser aucun doute sur leur signification [*Contribution à l'étude de la structure des hématoblastes et des hématies* (*Gazette médicale*, 20 août 1881); *Des globules rouges à noyau dans le sang de l'adulte* (*Archives de Physiologie*, 31 mars 1883)]. J'ai fait voir de plus que, pour les observer dans leur véritable forme, il faut, à cause de leur vulnérabilité extrême, les fixer par des procédés divers au moment même où ils sortent des vaisseaux.

» Le nouvel élément de M. Bizzozero était donc déjà connu depuis plus de quatre ans lorsque cet auteur en annonça la découverte. J'ajoute que, tout en lui donnant le nom d'*élément*, il le considère comme un corpuscule non défini histologiquement et que, par suite, son travail fait faire à la

question un pas en arrière qui nous ramène à l'époque antérieure à mes Communications sur ce sujet.

» M. Bizzozero a reconnu que ces *plaquettes* sont d'une extrême vulnérabilité, qu'elles ont une tendance à s'agglutiner entre elles, à adhérer aux corps étrangers, à former, hors de l'organisme et lorsque le sang se coagule, des amas qui, après s'être profondément modifiés, deviennent le point de départ de la coagulation du sang; que, en un mot « ce dernier phénomène » est soumis à l'influence directe des petites plaques du sang ».

» L'auteur italien attachant également à ces dernières observations la valeur d'une découverte, je crois devoir faire remarquer que toutes les propriétés qu'il attribue aux plaquettes sont celles que j'ai décrites en détail à propos des hématoblastes et de l'intervention de ces éléments dans la coagulation du sang.

» Dès mes premières publications, qui remontent aux années 1878 et 1879, j'ai énoncé sur la formation du caillot et sur les rapports étroits qui relient le processus de coagulation à la confluence et aux altérations des hématoblastes, l'opinion qui a été rééditée par M. Bizzozero [*Sur la formation de la fibrine étudiée au microscope* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 7 janvier 1878). *Des hématoblastes et de la coagulation du sang* (*Revue internationale des Sciences*, 1878). *Recherches sur l'évolution des hématies dans le sang de l'homme et des Vertébrés* (*Archives de Physiologie normale et pathol.*, 1878-1879)].

» En France, d'ailleurs, les idées que je professe sur ce point de la physiologie du sang ont été résumées depuis plusieurs années déjà dans les ouvrages classiques, ainsi qu'en témoignent la page 288 du *Traité de Chimie physiologique* de M. A. Wurtz (Paris, 1880) et les pages 437 et 438 du *Traité de Physiologie* de M. Béclard (Paris, 1880).

» Le rôle que fait jouer M. Schmidt, dit M. Béclard, aux globules blancs ou leucocytes dans la coagulation, M. Hayem l'attribue à cette troisième espèce d'éléments figurés du sang qu'il a décrits sous le nom d'*hématoblastes*.

» C'est exactement la conclusion formulée par M. Bizzozero à propos de la part prise par ses « plaquettes » dans l'acte de la coagulation.

» II. Les études poursuivies en Angleterre par M. Norris sont venues rendre plus confuse encore, du moins en apparence, l'histoire de l'évolution des hématies. Cet auteur croit, en effet, avoir établi qu'il existe dans le sang un corpuscule invisible à cause de sa pâleur et de sa faible réfrin-

gence, corpuscule qui, en se colorant par de l'hémoglobine, deviendrait un globule rouge.

» Lorsque M. Bizzozero émit, lui aussi, la prétention d'avoir découvert un troisième corpuscule du sang, M. Norris rappela l'antériorité de ses recherches. Comme les plaquettes de l'histologiste italien sont, nous venons de le voir, les hématoblastes, il semblerait donc que trois noms différents ont été appliqués à la désignation du même élément. Il importe de savoir qu'il n'en est rien. M. Norris, qui, dans les planches accompagnant son travail, a fait preuve de talent comme photographe, ne paraît pas avoir une connaissance exacte de la facilité avec laquelle l'hémoglobine des hématies se dissout dans le plasma ou dans les liquides additionnels. Il m'a été facile de reconnaître, comme Mme Hart l'a d'ailleurs parfaitement établi, que le corpuscule invisible est un produit artificiel, résultant des manipulations diverses auxquelles le sang est soumis par M. Norris. Le corpuscule dit invisible est un globule rouge décoloré; il est sans rapport aucun avec les hématoblastes et il reste absolument étranger au processus de coagulation. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur quelques phénomènes relatifs à l'absorption de la graisse.* Note de M. A. **Lebedeff**, présentée par M. Vulpian.

« Les recherches classiques, soit chimiques de M. Chevreul, soit physiologiques de M. Claude Bernard, sur les graisses, sont comme les fondements de tous les travaux analogues. Elles ont été le point de départ des théories et des expériences de MM. Kühne, Hoppe-Seyler, Radziewsky, Subbotin, Munk, etc., qui sont basées sur la Chimie biologique. Elles ont aussi suggéré des travaux purement histologiques, comme ceux de MM. Perevoznikoff, Will et Zawarykine. Tous ces derniers travaux ont pour but l'étude des métamorphoses que subit la graisse pour passer du canal digestif dans les cellules adipeuses de l'organisme. Je dois rappeler encore les recherches qui ont pour objet le passage de la graisse dans le chyle : ces recherches sont dues à MM. Röhrig et Zawylsky. Tous ces travaux, dont les résultats sont généralement connus, ont éclairé beaucoup de faits très importants; mais, malheureusement, il s'y présente quelques points contradictoires.

» J'ai cherché à contrôler ces recherches, en employant des méthodes nouvelles et exactes, et j'ai été heureux d'avoir pu travailler dans le labo-

ratoire et sous les yeux de l'illustre physiologiste de Leipzig, M. Ludwig. J'ai complété mon travail dans le laboratoire de M. Vulpian, à la Faculté de Médecine de Paris.

» Voici les résultats de mes recherches (cinq séries, trente-trois expériences) :

» 1. Si l'on donne aux animaux de la graisse neutre bien caractérisée, on en retrouve toujours une certaine quantité dans le chyle après quelques heures de digestion.

» 2. Si l'on donne de la graisse acide (acide oléique) pure ou mélangée avec un autre acide gras (palmitique, par exemple), on ne trouve jamais d'acide gras dans le chyle.

» 3. *La graisse du chyle est toujours neutre ; on n'y trouve qu'une quantité d'acide gras à peu près nulle,* et dont l'existence peut très bien s'expliquer par l'insuffisance de la méthode expérimentale.

» 4. Tous les travaux dans lesquels on dit avoir prouvé la synthèse des acides gras avec la glycérine dans l'organisme sont inexacts.

» 5. *Il n'y a pas de synthèse,* parce que si l'on donne aux animaux un acide gras bien déterminé et qui n'existe pas dans l'organisme, on ne trouve pas de glycéride synthétique correspondante; dans ce cas, la graisse du chyle présente toutes les qualités de la graisse animale ordinaire.

» 6. Si l'on introduit des savons dans l'estomac d'un chien, ils sont toujours décomposés par l'*acide chlorhydrique de l'estomac.* Un des produits de cette décomposition est constitué par l'acide gras, qu'on peut toujours trouver dans l'intestin et après cela dans le foie; l'autre produit de la décomposition, la base alcaline du savon, se trouve toujours dans l'urine à l'état de chlorure et en quantité qui correspond exactement au poids de la base alcaline du savon absorbé.

» 7. Le savon est un agent très énergique d'épargne pour les échanges de matière albuminoïde. Malgré ses propriétés diurétiques, ces échanges sont bien plus réduits par le savon que par le poids correspondant de l'acide gras ou de la graisse neutre.

» 8. Si la quantité de savon introduit dans l'estomac est tellement considérable qu'il n'y ait pas assez d'acide chlorhydrique dans l'estomac pour en produire la décomposition complète, la partie du savon non décomposée est absorbée comme *un sel neutre par l'intestin et brûlée dans le sang et elle s'élimine dans l'urine avec la base alcaline correspondante sous forme de carbonate.*

» 9. L'urine a une réaction acide si l'on introduit dans l'estomac de

l'animal de l'acide gras une réaction neutre ou un peu alcaline, si l'on donne du savon en moyenne quantité; mais elle est très alcaline si l'on donne du savon en grande quantité.

» 10. Dans le cas où le savon n'est pas introduit dans l'estomac par les voies ordinaires, mais par *une fistule gastro-intestinale*, comme il n'y a pas, dans l'intestin, d'acide pouvant le décomposer, le savon est absorbé sans subir de changements et brûle de façon à être éliminé sous forme de carbonate.

» 11. Dans l'état normal, nous avons remarqué que la *quantité de graisse* contenue dans le chyle est très variable, *mais ces variations sont soumises à des lois constantes*. Il est clair que les quantités en question dépendent de la nature des aliments introduits. Si l'on donne de la viande pure (sans graisse), cette quantité de graisse est réduite au minimum dans le chyle; mais elle devient très abondante, si l'on introduit une matière graisseuse en grande quantité.

» 12. Nous avons remarqué en outre que cette proportion dépend aussi de la constitution des animaux soumis aux expériences.

» 13. *Mais si l'on donne le savon dans des conditions spéciales, on peut toujours obtenir de grandes quantités de chyle très riche en graisse.*

» 14. En analysant les phénomènes observés et en tenant compte de mes travaux antérieurs, je crois pouvoir conclure qu'*il doit exister entre le tissu cellulaire de l'intestin et le commencement des vaisseaux chylifères un organe tout particulier fonctionnant comme une glande et sécrétant la graisse.*

» 15. Un de mes arguments est tiré d'analyses chimiques exactes qui ont démontré que, si l'on donne à des chiens soit de l'acide linoléique, soit du savon linoléique, on trouve toujours dans le chyle une graisse neutre, laquelle a la même composition chimique que la graisse de l'organe mentionné au § 14.

» Pour acquérir une certitude un peu plus grande, nous avons résolu de nous livrer prochainement à deux nouvelles séries d'expériences complémentaires; les unes, chimiques; les autres physiologiques. Ces dernières auront pour but l'étude de l'action du système nerveux sur l'organe dont j'ai admis plus haut l'existence; j'étudierai cette influence dans les conditions normales et dans certaines conditions spéciales. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *De la kératite astigmatique.* Note de M. G. Martin, présentée par M. Marey.

« On observe, tout particulièrement pendant l'adolescence, des kératites tenaces, graves, récidivant presque toujours, et ayant comme conséquence une diminution notable de l'acuité visuelle. Tous les médecins considèrent ces kératites comme une manifestation de la diathèse scrofuleuse.

» Des faits que nous avons observés, et dont le nombre augmente chaque jour (42 faits), il résulte que de forts degrés d'astigmatisme de la cornée ($1\frac{1}{2}$ à 5 dioptries et même davantage) peuvent être considérés comme la cause la plus puissante de ces ophtalmies. La diathèse, quand elle existe, ne jouerait que le rôle de cause prédisposante.

» Le plus souvent, ces kératites sont doubles, et, quand elles ne portent que sur un seul œil, c'est toujours l'œil le plus astigmate qui est atteint. Ce fait nous a paru tellement constant que, lorsque l'examen de l'œil sain est seul possible et qu'il révèle une anomalie de courbure de la cornée, cette constatation suffit pour porter le diagnostic de kératite astigmatique.

» Toutes les kératites dites « scrofuleuses » ne sont pas forcément astigmatiques; on ne peut considérer comme telles que celles présentant les allures plus haut indiquées. Inversement, on peut observer quelquefois des kératites astigmatiques chez des sujets non scrofuleux; d'où, à nos yeux, la justification du titre de la présente Note.

» Pour que les astigmates soient exposés à ces kératites, il faut que leur accommodation soit souvent mise en jeu par une application soutenue sur des objets de petites dimensions. Dans ces conditions, les contractions répétées des muscles ciliaires amènent des désordres dans la circulation du globe de l'œil et particulièrement dans celle de la cornée dont la vascularisation est plus délicate.

» Cette influence de l'accommodation trouve sa confirmation clinique dans les faits suivants :

» 1° La kératite astigmatique s'observe pendant la période de la vie où la force accommodative a le plus d'énergie;

» 2° L'atropinisation des deux yeux, alors même qu'un seul est atteint, est le moyen le plus efficace de hâter la guérison; elle seule paralyse le mouvement des muscles ciliaires;

» 3° L'usage des verres cylindriques écarte d'une manière à peu près

certaine les rechutes, si fatales quand l'accommodation s'efforce de produire un astigmatisme cristallinien compensateur de celui de la cornée;

» 4° Les hypermétropes, dont l'accommodation est toujours en activité, semblent être les sujets les plus exposés à la kératite astigmatique.

» Le rapport de cause à effet que nous voulons établir a des conséquences essentiellement pratiques. Il indique la marche à suivre dans le traitement et les précautions à prendre pour éviter les récidives. Il fait même prévoir qu'une première atteinte pourra être évitée par l'emploi de verres correcteurs, et que la vision des individus ayant des lésions cornéennes anciennes dues à la kératite astigmatique pourra presque toujours être améliorée par ces mêmes verres.

» Tout fait prévoir que désormais la marche de ces ophtalmies subira une grande transformation. Au lieu de ces cas chroniques, qui souvent amenaient ou une interruption dans les études ou un changement de profession, il est permis de penser qu'on n'observera plus que des kératites de courte durée et peu compromettantes pour la vision. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches sur la courbe de la secousse des muscles, dans différentes maladies du système neuro-musculaire.* Note de M. **Maurice Mendelssohn**, présentée par M. Marey.

« Pour compléter les résultats de mes recherches communiquées à l'Académie dans sa séance du 9 juillet dernier, j'ajoute que mes investigations, ayant porté sur les différentes maladies du système neuro-musculaire, m'autorisent à tirer les conclusions suivantes :

» Les caractères de la courbe myographique des muscles d'un membre paralysé dans le cas d'une hémiplégie de cause cérébrale suivie de dégénérations secondaires se retrouvent dans toutes les maladies où l'on observe la contracture spasmodique et l'atrophie musculaire, deux états intimement liés à des altérations profondes du faisceau latéral et de la corne grise antérieure de la moelle épinière. Ainsi, dans la *sclérose latérale amyotrophique*, qui est le type d'une affection systématique combinée de la moelle portant sur le faisceau latéral et sur la corne grise antérieure, on retrouve exactement les caractères mentionnés de la courbe myographique [1].

» Dans le *tabes dorsal spasmodique*, la courbe présente à peu près les

---

[1] Voir *Comptes rendus*, séance du 9 juillet 1883.

mêmes caractères que dans la contracture secondaire de l'hémiplégie cérébrale. D'autre part, *l'atrophie musculaire progressive* fournit une courbe semblable à celle de l'atrophie musculaire chez les hémiplégiques. En général, dans toutes les *paralysies amyotrophiques*, à une période plus ou moins avancée, même alors que l'atrophie dégénérative ne présente pas encore les phénomènes de la réaction de dégénérescence, on trouve toujours la secousse musculaire lente, caractérisée par une courbe allongée, traînante (durée augmentée et amplitude diminuée) comme celle d'un muscle fatigué.

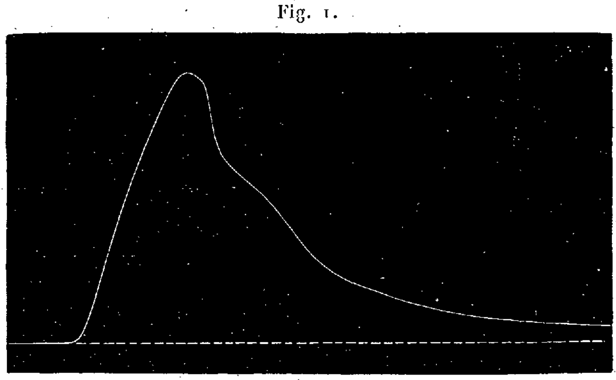
» Dans la *pseudo-hypertrophie musculaire*, les parties du muscle où l'excitabilité est conservée ont une secousse très longue, l'ascension brève de la courbe est suivie d'une descente très allongée et revenant à l'abscisse avec une lenteur extrême, ce qui prouve que le muscle, après un raccourcissement relativement brusque, reste pendant un temps plus ou moins long dans un état de contraction tonique.

» Dans l'*ataxie locomotrice progressive*, on trouve des modifications de la courbe de la secousse au moment où la parésie commence à gagner les membres ataxiques. Le temps perdu, ainsi que la durée de la secousse, augmentent alors; la partie ascendante et la descente de la courbe s'allongent toutes les deux et l'amplitude de celle-ci diminue.

» Dans la *sclérose en plaques*, le caractère de la secousse musculaire dépend entièrement de la localisation des plaques scléreuses et sert ainsi de moyen diagnostique pour la distribution de la propagation du processus morbide dans les centres nerveux.

» La *chorée* donne une secousse brève, tandis que la *paralysie agitante*, dans ses périodes ultimes, donne une secousse prolongée, lente.

Fig. 1.

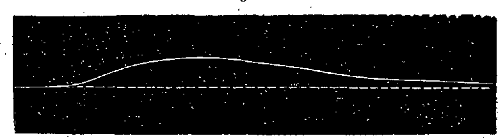


Contracture secondaire dans une hémiplégie cérébrale.

» Les trois figures ci-jointes représentent quelques-uns des caractères que

peut affecter la courbe myographique dans les différentes maladies du système neuro-musculaire. Ces tracés démontrent, d'une façon évidente, combien la courbe myographique est la vraie expression des altérations

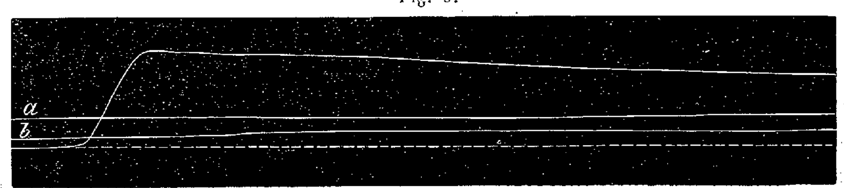
Fig. 2.



Atrophie musculaire consécutive à l'hémiplégie cérébrale.

nutritives que le muscle malade subit, et combien elle peut, dans ces conditions, servir de moyen diagnostique et pronostique.

Fig. 3.



Pseudo-hypertrophie musculaire. Les lignes *a* et *b* expriment la lenteur avec laquelle le muscle revient à sa longueur primitive.

» En terminant, j'ajouterai encore que de pareilles recherches d'ordre clinique ayant trait à la physiologie pathologique du muscle et suivies avec des méthodes précises, empruntées au laboratoire, nous fournissent aussi le moyen de vérifier et même d'établir des faits concernant la physiologie générale du muscle. Les troubles nutritifs produits par le processus morbide créent spontanément, et d'une façon très avantageuse, des conditions analogues à celles que nous provoquons expérimentalement dans les muscles chez les animaux. Ainsi, pour ne citer qu'un exemple, j'ai pu observer sur le muscle malade ce fait, affirmé par quelques expérimentateurs et contesté par d'autres, que les changements de l'amplitude de la secousse ne sont pas du tout en rapport avec la longueur de son abscisse, c'est-à-dire avec la durée de la secousse musculaire. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Influence de l'eau de mer sur les animaux d'eau douce, et de l'eau douce sur les animaux marins.* Note de M. **Félix Plateau.**

« Dans la séance du 2 juillet ([1]), M. Vulpian a présenté à l'Académie un travail de M. H. de Varigny, intitulé *Influence exercée par les principes con-*

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVII, n° 1 (2 juillet 1883), p. 54.

tenus dans l'eau de mer sur le développement d'animaux d'eau douce, travail dont la conclusion principale est que « ... Le chlorure de sodium est, » dans l'eau de mer, le principe de beaucoup le plus nuisible au dévelop- » pement des animaux d'eau douce. »

» M. Paul Bert, dans la séance du 16 du même mois ([1]), a rappelé, à propos de la Note précédente, les recherches qu'il avait faites sur les causes de la mort des animaux d'eau douce, plongés dans l'eau de mer, et sur les causes de la mort des animaux marins plongés dans l'eau douce; recherches communiquées à l'Académie les 7 et 14 août 1871 et d'où il résulte que « c'est le chlorure de sodium qui est, dans l'eau de mer, la sub- » stance mortelle pour les animaux d'eau douce », et qu'inversement, pour les animaux marins, « c'est la suppression du chlorure de sodium » qui occasionne la mort ».

» Comme j'ai publié, en 1870, sous le titre *Recherches physico-chimiques sur les Articulés aquatiques* ([2]), un Mémoire étendu dont les résultats, malgré la différence des méthodes, sont du même ordre que ceux auxquels sont arrivés MM. Paul Bert et de Varigny, je prends la liberté de reproduire ci-dessous les conclusions qui terminent le Mémoire en question.

ARTICULÉS D'EAU DOUCE.

« 1° L'eau de mer n'a qu'une influence très faible ou nulle sur les coléoptères et les hémiptères aquatiques à l'état parfait; cette influence peut être un peu plus grande pour les larves.

» 2° L'eau de mer produit des effets nuisibles *sur les Articulés à peau mince ou à branchies*, et ces effets sont, en général, d'autant plus marqués que l'étendue de la surface mince est plus considérable.

» 3° Les Articulés aquatiques d'eau douce qui peuvent vivre impunément dans l'eau de mer sont ceux chez lesquels il n'y a pas d'absorption de sel par la peau; ceux qui y meurent, au bout d'un temps relativement court, *ont absorbé des chlorures de sodium et de magnésium*.

» 4° Les sels nuisibles contenus dans l'eau de mer sont les *chlorures de sodium et de magnésium; l'influence des sulfates peut être considérée comme nulle*.

» 5° La différence de densité qui existe entre l'eau douce et l'eau de mer n'explique pas la mort des articulés d'eau douce dans le second de ces liquides.

» 6° Lorsque les Articulés d'eau douce passent, par une transition très lente, de l'eau douce dans de l'eau de mer, et que, durant cette transition, il y a eu reproduction, *la nouvelle génération résiste plus longtemps à l'action de l'eau de mer que les individus ordinaires de l'espèce*.

([1]) *Comptes rendus*, p. 133.

([2]) *Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers de l'Académie royale de Belgique*, t. XXXVI, 1870.

» 7° Les Crustacés les plus communs de notre littoral meurent, dans l'eau douce, après un temps variable pour chaque espèce, mais qui ne dépasse pas neuf heures.

» 8° Les Crustacés marins plongés dans l'eau douce abandonnent à celle-ci les sels (*chlorure de sodium surtout*) dont étaient imprégnés leurs tissus.

» 9° Dans le plus grand nombre des cas, la présence du chlorure de sodium fait partie des conditions d'existence indispensables aux Crustacés marins; *ce sel paraît être le seul nécessaire.*

» 10° Les individus de petite taille et ceux qui, venant de muer, ont les téguments minces, résistent moins que les autres à l'influence des liquides à composition exceptionnelle.

» 11° La différence entre les densités de l'eau de mer et de l'eau douce *ne peut être considérée comme la cause de la mort des Crustacés marins dans l'eau douce.*

» 12° *Applicable aux deux groupes.* — L'endosmose permet d'expliquer l'absorption des sels par la peau mince ou les surfaces branchiales des Articulés d'eau douce plongés dans l'eau de mer. La diffusion et la dialyse, s'opérant avec plus d'énergie pour les chlorures de sodium et de magnésium que pour le sulfate de magnésium, montrent en vertu de quelle cause les chlorures seuls de l'eau de mer sont absorbés. Enfin la dialyse explique comment les Crustacés marins placés dans l'eau douce perdent, au sein de ce liquide, les sels dont ils sont imprégnés (1). »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les baisses barométriques et les éruptions.* Note de M. **Fr. Laur.** (Extrait.)

« .... En résumé, comme j'ai eu l'honneur de l'indiquer à l'Académie, c'est à la suite des pressions élevées que les gaz ou vapeurs venant du fond sont occlus et s'emmagasinent dans les sources thermales ou les laves de volcans. S'il survient, peu de temps après, une détente brusque, c'est-à-dire une baisse barométrique importante, la rupture d'équilibre a lieu et il y a *éruption* (c'est-à-dire augmentation considérable de volume et de pression par suite de la dissociation).

» Les éruptions, gazeuses ou autres, ne seraient donc dues (je le répète et je demande instamment à l'Académie de vouloir bien m'en donner acte aujourd'hui) qu'à des variations rapides dans la pression atmosphérique.

» Les conditions générales des éruptions, si l'on veut bien les observer, seraient les suivantes :

» 1° Pression atmosphérique forte auparavant, ou régime élevé ou régulier depuis longtemps établi;

(1) On trouvera dans mon Mémoire les analyses des travaux publiés avant 1870, entre autres celle des premières recherches de M. Paul Bert, datant de 1866, et montrant que l'illustre physiologiste s'occupe de la question depuis longtemps.

» 2° Baisse rapide dans la pression;

» 3° Troubles dans le régime des sources, surtout dans les sources gazeuses, et tremblements de terre (qui ne sont que les conséquences du développement des gaz au début);

» 4° Éruption.

» Ces phénomènes successifs, que nous observons régulièrement au geyser de Montrond (Loire), peuvent s'arrêter à l'une quelconque des phases, mais je suis convaincu qu'on rencontrera toujours une baisse importante du baromètre avant une éruption.

» Je signale les sources gazeuses comme des appareils avertisseurs excessivement sensibles, et je crois également qu'il y a retentissement de tous les mouvements du sol volcanique italien avec le plateau central de la France. C'est un effet réflexe.

» En outre, on est obligé de constater, par suite des relations que nous signalons entre notre Forez et une région volcanique éloignée, que si les mouvements barométriques sont, qu'on me permette l'expression, comme la *chiquenaude* qui détermine de formidables effets, il n'en est pas moins vrai que cette petite cause fortuite agit simultanément sur de grands espaces terrestres, c'est-à-dire que, indépendamment des mouvements locaux du baromètre (orages, etc.), il doit y avoir de grands mouvements, de grands flux et reflux atmosphériques, agissant dans le même temps sur de grandes portions de l'écorce terrestre et entraînant des manifestations à peu près simultanées.

» *Nota.* — Au moment où j'écris, 4 août 1883, il se produit des bouillonnements assez énergiques et répétés dans la vasque du geyser. Il y a évidemment un trouble assez notable dans l'atmosphère, qui sera peut-être suivi de phénomènes éruptifs, soit en Italie, soit ici. »

M. J. Delauney fait observer que, dans une Note adressée le 17 novembre 1879, il avait signalé l'époque 1883,5 comme devant être marquée par de grands tremblements de terre.

M. Duponchel appelle l'attention de l'Académie sur la concordance entre sa théorie des taches solaires et les observations faites par M. Thollon séance du 23 juillet).

La séance est levée à 4 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 juillet 1883.

(Suite.)

Ministère de l'Agriculture. Tableaux des récoltes de la France en 1882. (*Documents, Statistiques, Divers*). Paris, Imp. nationale, 1883; in-8°.

Mémoire sur la végétation dans les hautes latitudes; par M. E. Tisserand. Paris, Bouchard-Huzard, 1876; in-8°.

Etude sur l'économie rurale de l'Alsace; par MM. E. Tisserand et L. Lefébure. Paris, Berger-Levrault, 1869; in-12.

Rapport adressé à S. Exc. M. le maréchal Vaillant, Ministre de la Maison de l'Empereur et des Beaux-Arts; par M. Tisserand. Paris, typogr. Pankoucke, 1868; br. in-8°. (Extrait du *Moniteur universel* du 8 avril 1868.)

Etudes économiques sur le Danemark, le Holstein et le Sleswig; par M. E. Tisserand. Paris, V. Masson, 1865; in-4°.

Faune du calcaire carbonifère de la Belgique; par L.-G. de Koninck; II, 4e partie (texte). Bruxelles, F. Hayez, 1883; in-4°. (Présenté par M. Hébert.)

L'Observatoire de l'Aigoual; par J. Léon Soubeiran. Montpellier, typogr. Boehm, 1883; br. in-8°.

Emploi des constructions graphiques pour la détermination rigoureuse des positions des signaux trigonométriques; par M. Hatt. Paris, Imp. nationale, 1883; br. in-8°. (Extrait des *Annales hydrographiques.*)

Les invertébrés du bassin tertiaire du sud-est de la France. Les Mollusques pliocènes de la vallée du Rhône et du Roussillon; par F. Fontannes. Lyon, Georg; Paris, F. Savy, 1879-1882; 2 vol. in-4°. (Adressé au Concours du grand prix des Sciences physiques.)

Chimie pyrotechnique ou Traité pratique des feux colorés, 2e édition; *par* P. Tessier. Paris, Baudoin, 1883; in-8°.

Marius Fontane. *Histoire universelle. Les Asiatiques. Assyriens, Hébreux,*

Phéniciens (de 4000 à 559 av. J.-C.). Paris, Lemerre, 1883; in-8°. (Présenté par M. de Lesseps.)

Des effets comparés de divers traitements de la fièvre typhoïde, etc.; par le Dr Duboué (de Pau). Paris, G. Masson, 1883; br. in-8°.

Paul Tannery. *Aristarque de Samos. — Sur Sporos de Nicée. — Sur les fragments d'Eudème de Rhodes relatifs à l'histoire des Mathématiques. — Sur une critique ancienne d'une démonstration d'Archimède. — Seconde Note sur le système astronomique d'Eudoxe. — Le fragment d'Eudème sur la quadrature des lunules.* Bordeaux, Imp. Gounouilhon, sans date; six br. in-8°.

Mémoire sur le basiotique, un nouvel os de la base du crâne; par M. le prof. P. Albrecht. Bruxelles, C. Mayolez, 1883; br. in-8°.

Memorie della regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena; serie II, vol. I. Modena, typogr. Soliani, 1883; in-4°.

Atti della R. Accademia dei Lincei; anno CCLXXIX, 1881-82, serie terza. *Memorie della classe di Scienze fisiche, mathematiche e naturali;* vol. XI, XII, XIII. Roma, Salviucci, 1882; 3 vol. in-4°.

Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1882. Berlin, 1883; in-4°.

Anales del Instituto y Observatorio de marina de San Fernando; seccion 2a: *Observaciones meteorologicas. Año* 1882. San Fernando, 1883; in-f°.

Tunisi. *Cura specifica del cholera.* Vicenza, G. Burato, 1883; br. in-8°.

El cholera y su tratamiento; por el Dr G. Sentinon. Barcelona, 1883; in-12.

ERRATA.

(Séance du 30 juillet 1883.)

Page 328, ligne 19, *au lieu de* il n'est pas douteux que des radicaux, etc., *lisez* il n'est pas douteux que les radicaux, etc.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 AOUT 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Note sur le β-butylglycol;* par M. **Ad. Wurtz.**

« Le β-butylglycol $CH^3-CH.OH-CH^2-CH^2.OH$ que M. Kekulé a obtenu comme produit accessoire de l'hydrogénation de l'aldéhyde se forme en quantité notable lorsqu'on soumet une solution étendue d'aldol pur à l'action de l'amalgame de sodium (1). Ayant eu l'occasion de l'obtenir dans une autre réaction, que je crois intéressante et dont je me propose d'entretenir prochainement l'Académie, j'ai été amené à comparer les propriétés du corps obtenu avec celles du β-butylglycol, à l'effet d'établir leur identité.

» Je décrirai plus tard les précautions qu'il convient de prendre pour obtenir un bon rendement. L'essentiel est d'opérer sur de l'aldol pur, entièrement soluble dans l'eau, et en solution *étendue* et *froide*. On y introduit de l'amalgame de sodium à 1 pour 100, en maintenant la liqueur légèrement acide. Quelque soin que l'on prenne, il se forme toujours dans cette opération une certaine quantité de matière résineuse. La

(1) A. Wurtz, *Comptes rendus*, t. LXXVI, p. 1165.

liqueur qui doit rester incolore est neutralisée à la fin et distillée dans le vide. Vers la fin de la distillation, il s'en sépare une couche oléagineuse soluble dans l'eau, qui surnage une couche inférieure remplie de sel.

» La couche oléagineuse ayant été distillée d'abord dans le vide jusqu'à 160° à 1c, puis à la pression ordinaire, une portion a passé au-dessous de 190°; la plus grande partie de 190°-220°, une partie de 220°-250°.

» La couche inférieure aqueuse a été desséchée dans le vide et le résidu repris par l'alcool. La solution alcoolique, distillée dans le vide, a fourni, après le départ de l'alcool, une petite portion de produit passant avant 160° à 1c de pression, et une certaine quantité passant de 160°-230°. Cette dernière portion a été réunie à la fraction qui avait passé de 220° à 250° à la pression ordinaire.

» De la fraction qui avait passé de 190° à 220°, à la pression ordinaire, on a retiré, par plusieurs distillations, du butylglycol pur.

» Ce corps se présente sous forme d'un liquide épais, parfaitement incolore, soluble en toutes proportions dans l'eau, l'alcool, l'éther. Sa densité à 0° est 1,0259. Il bout de 207° à 208° (corrigé) sous la pression de 769mm.

» Le perchlorure de phosphore l'attaque avec une énergie extrême : il s'est formé, dans les conditions où j'ai opéré, une petite quantité d'un chlorure, bouillant de 130° à 135°, et un produit non distillable, renfermant à la fois du chlore et du phosphore.

» Le chlorure d'acétyle réagit immédiatement et avec violence sur le butylglycol, avec dégagement de gaz chlorhydrique : le produit est une acétine qu'on n'a pas pu débarrasser entièrement de chlore, par distillation sur l'acétate d'argent.

» *Acétine.* — Cette acétine s'obtient au contraire aisément lorsqu'on chauffe le butylglycol pendant plusieurs jours, à 100°, avec 6 ou 8 fois son poids d'anhydride acétique. On isole l'acétine en distillant dans le vide jusqu'à 80°, et ajoutant au résidu un excès d'eau. Après quelques heures de contact, on décante, on dessèche, on distille. La plus grande partie passe de 115° à 117° sous une pression de 1c et de 206°,5 à 208°,5 (non corrigé) sous la pression de 764c.

» L'acétine du butylglycol [1] est un liquide incolore, neutre, doué d'une

---

[1]

	Analyse.	$C^4H^3(OC^2H^3O)^2$.	$C^4H^8\begin{cases}OH\\OC^2H^3O\end{cases}$
C	55,23	55,17	54,54
H	8,31	8,04	9,09

odeur acétique faible, insoluble dans l'eau. Sa densité à 0° est = 1,055.

» Saponifiée par une lessive alcaline faible, l'acétine a fourni une proportion d'acide acétique répondant à la formule $C^4H^8(C^2H^3O^2)^2$.

» *Iodure.* — Chauffé au bain-marie, avec un grand excès d'acide iodhydrique très concentré, le butylglycol a laissé déposer une huile brune, épaisse, qui a fourni par distillation dans le vide un iodure peu coloré, passant de 115° à 116° à 1^c de pression.

» C'est un diiodure de butylène $C^4H^8I^2$, probablement

$$CH^3\text{-}CHI\text{-}CH^2\text{-}CH^2I.$$

Sa densité à 0° est égale à 2,291 (1).

» Des fractions mentionnées plus haut dans la préparation du butylglycol et qui avaient passé de 220° à 250° à la pression ordinaire, on a retiré, par plusieurs distillations et par un traitement convenable, un corps épais, bouillant de 160-165° sous une pression de 1^c,5. Ce corps a présenté sensiblement la composition $C^{14}H^{16}O^3$ de l'alcool dialdanique (2). C'est probablement un isomère de ce corps. On a pu le convertir en une acétine. »

MÉMOIRES LUS.

M. **Bonnafont** donne lecture d'une Note intitulée : « Quelques documents sur l'histoire de la prophylaxie du choléra ».

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

(1)

	Analyse.	$C^4H^8I^2$.
C	15,91	15,48
H	3,06	2,58
I	82,24	81,94

(2)

	Analyse.	$C^{16}H^{16}O^3$.
C	60,78	60,00
H	9,99	10,00

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Réflexion des déplacements élastiques*. Mémoire de M. X. KRETZ. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Le problème de l'équilibre des corps élastiques de forme définie, soumis à l'action de forces extérieures, présente, dans la plupart des cas, des difficultés à peu près insurmontables, tandis que la solution est relativement facile quand on étudie les déformations produites par les mêmes forces sur un corps illimité dans tous les sens. On peut, dans beaucoup de cas, connaissant la déformation dans un corps infini, trouver celle qui est produite par la même cause agissant sur un corps limité, en employant la méthode des *réflexions*. Il existe, dans les travaux faits sur l'optique, l'acoustique ou l'élasticité proprement dite, de nombreux exemples dans lesquels les lois de la réflexion sont admises, soit comme faits démontrés par l'expérience, soit comme résultats de théories particulières, soit quelquefois comme pure hypothèse; dans aucun des Traités sur l'élasticité que j'ai pu consulter, je n'ai trouvé ni la démonstration, ni même l'énoncé de la proposition générale à laquelle j'ai été conduit et qui me paraît susceptible d'applications utiles.

» Je considère un corps, un milieu homogène indéfini, s'appuyant par un côté contre un plan fixe, le long duquel les points en contact peuvent glisser, sans le quitter, les pressions restant normales au plan. Ce corps est déformé sous l'action de forces extérieures; je suppose connue la déformation d'équilibre que ces mêmes forces produiraient dans le corps s'il était infini dans tous les sens; j'admets d'abord que les conditions soient telles, que la limitation du corps infini par le plan ne modifie pas le mode d'action des forces extérieures. Je considère les déplacements d'un point du corps limité comme les résultantes des déplacements du même point, sous la même cause, dans le milieu illimité, et de déplacements additionnels déterminés de manière à assurer l'équilibre et à satisfaire aux autres conditions du problème. On trouve facilement que la déformation d'équilibre du corps limité par un plan s'obtient en ajoutant, aux déplacements que produirait la même cause dans le corps illimité, les déplacements symétriques de ceux subis dans ce corps illimité, par le point symétrique du point considéré, par rapport au plan fixe.

» Si, pour abréger, on appelle *déplacement primitif* d'un point du corps limité celui qu'il éprouverait si le corps n'était pas limité, et *déplacement réfléchi* de ce point, le déplacement symétrique par rapport au plan fixe du déplacement du point symétrique dans le milieu illimité, on peut présenter l'énoncé sous la forme suivante : *La déformation d'équilibre d'un corps limité par un plan s'obtient en ajoutant, pour chaque point, aux déplacements primitifs, les déplacements réfléchis.*

» On reconnaît, en outre, que chacune des trois pressions nouvelles en un point est égale à la somme de la pression primitive correspondante et de la pression réfléchie, la pression réfléchie étant celle qui existerait, dans le corps illimité, au point symétrique du point considéré.

» Quant aux pressions tangentielles, si le plan fixe est parallèle au plan des xy, les pressions réfléchies p_{yz}, p_{xz} se retranchent des pressions primitives correspondantes, et les pressions p_{xy} s'y ajoutent.

» Il résulte de là que, sur le plan fixe, les pressions normales, ainsi que les pressions p_{xy}, sont le double des pressions primitives; que les deux autres pressions tangentielles sont nulles.

» Si la déformation du corps limité est accompagnée de mouvements vibratoires, la loi de ces mouvements s'obtient en ajoutant aux déplacements primitifs, à l'instant considéré, les déplacements réfléchis au même moment, c'est-à-dire en superposant au mouvement vibratoire primitif le mouvement réfléchi aux mêmes instants.

» En admettant que les déformations ou les vibrations primitives puissent être limitées à une bande étroite, la limitation du milieu par un plan rencontrant cette bande aura donc pour unique effet de provoquer des mouvements réfléchis sur une autre bande symétrique du prolongement de la bande primitive au delà du plan.

» En admettant que la lumière soit produite par des vibrations dans un éther homogène, les lois de leur réflexion constituent un cas particulier de la loi générale énoncée.

» Si la cause de déformation agit sur une surface soumise à certaines conditions, si des points ou des éléments de surface de l'intérieur du corps doivent demeurer fixes; en général, si les mouvements réfléchis ne peuvent pas s'effectuer en toute liberté, il en résultera de nouveaux déplacements additionnels, et l'on se trouvera en présence de questions ayant une analogie complète avec celles des réflexions multiples, en optique. Il est facile d'établir les lois de la déformation produite par une cause agissant à l'intérieur d'un corps limité par deux ou par trois plans perpendiculaires, par deux plans parallèles, par les faces d'un parallélépipède rectangle, etc. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Comparaison des hypothèses des fluides magnétiques et des courants moléculaires.* Mémoire de M. **P. Le Cordier.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. O. Bonnet, Resal, C. Jordan.)

« Les conclusions de ce Mémoire renferment la rectification d'une erreur que j'ai commise dans le précédent Volume des *Comptes rendus*, p. 223, et que je demande la permission de signaler. L'axe et le moment magnétiques de chaque molécule étant donnés, l'aimant produit, dans les deux hypothèses dont il s'agit, la même action, non seulement à l'extérieur, mais encore dans les espaces intermoléculaires. Mais il exerce des actions très inégales, en tout point A où l'on attribue une valeur différente de zéro, soit à la densité du magnétisme libre, soit à l'intensité cubique d'un courant d'Ampère. Il en résulte, pour l'intensité des courants induits, proportionnelle aux variations de ces actions, deux valeurs différentes ou identiques, suivant qu'un courant à trois dimensions, parcourant un aimant, indépendamment des courants hypothétiques d'Ampère, passe ou non par les points A. Dans le doute où l'on est à cet égard, on ne peut pas assurer que les deux hypothèses donnent des intensités différentes pour les courants induits dans les aimants, ni que le désaccord, s'il existe, soit observable, comme j'ai eu tort de l'affirmer. Mais, si la conductibilité d'un aimant était la même en tous les points des molécules et des espaces qui les séparent, l'hypothèse des courants moléculaires donnerait, pour les courants induits dans le fer doux, l'intensité qu'on y observe effectivement : celle-ci pouvant être jusqu'à cinq cents fois plus grande que l'intensité calculée par l'hypothèse des fluides magnétiques, il faudrait rejeter cette dernière hypothèse comme contraire aux observations de Faraday, citées par Maxwell (*A Treatise on Electricity and Magnetism*, n° 404).

» Ainsi qu'on le verra dans un Mémoire sur l'induction, la moyenne, à l'intérieur d'un aimant, de la force directrice d'Ampère, est ce que Maxwell a appelé *induction magnétique*. La mesure des courants induits dans le fer doux fait seule connaître cette valeur moyenne, que les deux hypothèses en présence laissent indéterminée. La simplicité du résultat est expliquée, au contraire, par la théorie du déplacement de Maxwell.

» L'identité de la force directrice et de l'induction peut s'énoncer, indépendamment de toute hypothèse, en disant que l'induction est une polari-

sation dont le coefficient varie d'un milieu à un autre, et que le vide se polarise pareillement. Alors, l'aimantation d'un corps n'est que l'excès de sa polarisation sur celle qui s'établirait dans le vide, si ce corps n'existait pas. »

VITICULTURE. — *Recherches expérimentales sur la marche, dans les tissus de la vigne, d'un liquide introduit par un moyen particulier en un point de la tige.* Note de M. P. LAFFITE, délégué de l'Académie [1].

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les vignes traitées au sulfate de cuivre sont plantées de boutures et n'ont pas de *collet* proprement dit; toutes les racines prennent naissance sur des tissus appartenant au système caulinaire.

» Une vigne, mise en expérience le 19 juillet avec une dissolution à $\frac{1}{150}$, a été arrachée le 11 août, après avoir absorbé 900^{gr} de liquide. Rien de plus facile que de suivre la marche du liquide toxique, au moyen de coupes convenablement espacées. Les tissus imprégnés du liquide offrent une teinte brun verdâtre caractéristique; on les voit assez nettement délimités, en rafraîchissant les coupes avec un couteau bien aiguisé.

» Une première coupe a été pratiquée à 0^m,04 *au-dessous* du trou de vrille. Directement dans le trou, les tissus imprégnés forment un segment dont la corde a 0^m,03 et une zone de 3^{mm} à 4^{mm} d'épaisseur, faisant suite au segment d'un côté; le tout occupe une demi-circonférence.

» Une seconde coupe a été faite à 0^m,22 au-dessous de la première; mêmes phénomènes : un segment, prolongé d'un côté par une zone mince jusqu'au tiers de la circonférence. Vers le milieu de la région saine, se voit un petit point d'attaque isolé. Le segment n'est pas tout à fait sous le premier; mais, si l'on suit, à vue, les fibres de l'écorce, elles conduisent directement de l'un à l'autre.

» Point important : entre les deux coupes, est un groupe de cinq racines, venues sur une excroissance assise sur la partie relativement saine du tronc; deux de ces racines sont complètement envahies; on ne voit que des traces de lésions sur les trois autres.

» Une troisième coupe est à 0^m,16 au-dessous de la seconde : mêmes apparences que pour les premières; les tissus mortifiés, même le petit

---

(1) Voir le *Compte rendu* du 23 juillet, p. 244, et celui du 30 juillet, p. 297.

point d'attaque isolé, correspondent verticalement à ceux de la coupe précédente.

» Entre cette coupe et la précédente, se voit un nouveau groupe de cinq racines : deux, sur le passage même du courant toxique, sont envahies; l'une, la plus petite, en totalité; l'autre, sur toute la circonférence et une profondeur de 2^{mm} seulement. Les trois autres racines, nées sur des tissus moins atteints, n'ont que des lésions beaucoup plus faibles.

» Cette troisième coupe n'est qu'à $0^{m},06$ de l'extrémité inférieure du tronc. Là s'est formé un bourrelet d'où partent sept racines. Une, la plus grosse (18^{mm} de diamètre à $0^{m},04$ du tronc), est mortifiée sur toute la circonférence, à l'exception d'un segment de $0^{m},01$ de corde, et sur une épaisseur maximum de 5^{mm}. Mêmes lésions sur cette racine, à $0^{m},17$ de la première section, les parties les moins attaquées sur l'une et sur l'autre section se correspondant assez bien suivant la direction de l'axe. Des six racines restantes, deux paraissent saines, les quatre autres plus ou moins atteintes.

» J'ai peu de chose à dire maintenant des branches. A 6^{mm} *au-dessus* du trou de vrille, qui était placé à l'est, le tronc se divise en deux branches : l'une au sud, l'autre au nord. La verticale du trou de vrille passe à égale distance des deux branches, mais le lieu où ce trou de vrille est foré appartient incontestablement au système de la branche sud. Celle-ci, tranchée à $0^{m},06$ de la bifurcation, est imprégnée de liquide toxique sur toute la circonférence, avec un segment plus accusé, rappelant, par la forme et la position, le segment de la première section du tronc. Je remarque, sur la nouvelle coupe, trois secteurs de bois mortifié, ayant pour axe, deux un même diamètre, le troisième le rayon perpendiculaire. Aucun de ces secteurs ne rejoint les parties attaquées de la circonférence; les trois sont isolés au milieu du bois (des sections suivant les axes seraient instructives, mais je préfère ne pas les faire moi-même). Tous les sarments, toutes les feuilles, tous les raisins de cette branche sud sont morts et desséchés.

» La branche nord, tranchée à la même hauteur que la première, est bien moins malade. J'y vois encore un segment, qui se rapporte à celui de la première coupe faite sur le tronc; le bois de deux ans est pareillement attaqué; j'y remarque un point d'attaque isolé, entre le bois et le liber. Les sarments sont encore verts; les feuilles ont une teinte rouge, avec nervures très vertes; mais ces belles teintes, qui en font comme des feuilles ornementales, ne sont pas caractéristiques du toxique; on voit, en effet, des feuilles semblables sur des vignes non traitées (c'est peut-être ce qu'on

nomme vulgairement *rougeot*). Les raisins (attaqués d'oïdium) sont verts. Bien que montrant un état de souffrance, ils n'ont pas encore de réseaux bruns.

» Quatre vignes arrachées ont montré des phénomènes analogues, à l'exception des secteurs isolés au centre du bois.

» Ces faits me semblent établir :

» Qu'un liquide introduit par effraction en un point de la tige forme deux nappes dont la marche, dans l'ensemble, est parallèle aux axes ; l'une monte, et pénètre dans les formations caulinaires qu'elle rencontre ; tandis que l'autre descend, et pénètre exactement de la même manière dans les racines. »

M. **J. Caire** adresse une Note relative à une composition employée par M. *Hatch*, de San José (Californie), pour la destruction du Phylloxera.

La formule indiquée par M. Hatch est la suivante : poids égaux de sulfure de carbone, de potasse, d'oxyde de fer, de soufre, mélangés avec un poids de mercure huit fois égal.

Cette composition est introduite dans une excavation de $\frac{3}{4}$ de pouce ($0^m,20$) de diamètre, pratiquée à une profondeur dépassant le centre du cep. L'ouverture est ensuite bouchée hermétiquement, avec de l'axonge et du liège, ou avec toute autre substance.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

MÉDECINE. — *Du cuivre contre le choléra, au point de vue prophylactique et curatif.* Note de M. **V. Burq**, présentée par M. Bouley.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

« L'Académie sait que, depuis plus de trente années, nous nous sommes livré à une étude suivie de l'action du cuivre contre le choléra. Le moment nous paraît venu de rappeler sommairement les résultats de cette longue étude et les enseignements divers qui en découlent.

» A. *Préservation professionnelle par le cuivre.* — Des observations et des faits sans nombre, vérifiés et souvent attestés hautement par tous ceux qui, en France, en Suède, en Russie, en Allemagne, en Espagne, en Italie, etc., et jusque dans le berceau même de la maladie, à Bagdad, s'étaient donné la peine d'y regarder de près, et qui ne furent jamais niés par aucun té-

moin oculaire; les statistiques de décès cholériques dressées par Trébuchet et par Blondel; une enquête de la Préfecture de Police après l'épidémie de choléra de 1865-66; un Rapport de Michel Lévy en 1861, de Vernois en 1869 et de Devergie en 1876 au Conseil d'hygiène et de salubrité; un quatrième Rapport du Dr Pauchon à la Société de Médecine de Marseille en 1873, etc., ont démontré : que tous les individus qui subissent, de par leur profession, leur cohabitation ou même le simple voisinage d'industries à cuivre, une imprégnation cuprique journalière sans intervention d'une cause quelconque pouvant atténuer et même annihiler les effets de cette imprégnation, comme un chômage prolongé, ou agir en sens inverse, ainsi que des purgations intempestives ou une hygiène par trop mauvaise peuvent le faire, tous ces individus jouissent généralement, par rapport au choléra, d'une immunité proportionnelle, et que les exceptions, — *il en existe*, — sont pour le moins tout aussi rares que celles de personnes bien vaccinées qui prennent encore la petite vérole. En tête de la préservation sont tous les ouvriers dont la coloration témoigne d'une sorte de saturation cuprique, tels que les fabricants d'instruments de musique ou d'optique *en cuivre*, les polisseurs à sec, les tourneurs au pied d'objets bien finis, les chaudronniers *véritables*, et non les étameurs, les raccommodeurs, etc., les fondeurs, les monteurs en bronze, etc.

» Cette préservation ne surprendra plus personne si l'on réfléchit que les sels de cuivre protègent efficacement les traverses de chemins de fer, les poteaux télégraphiques, etc., qui en ont été injectés, et si l'on considère que de récentes expériences, faites dans les laboratoires de l'École Normale, de Montsouris et de la Sorbonne, ont placé le cuivre si haut dans le rang des matières antiseptiques qui peuvent être employées sur l'homme sans danger, que la Société de Médecine publique de Paris et le Conseil d'hygiène ont fait de ses sels l'une des bases principales de leurs prescriptions hygiéniques, et que M. le professeur Bouley n'a point hésité à leur donner une grande place dans une magistrale leçon *sur les maladies contagieuses et les médications préventives*, qui a paru en juillet dans la *Revue des Cours scientifiques*.

» D'autre part, il est acquis aujourd'hui, grâce à nos recherches sur la prétendue *colique de cuivre*, et aux expériences confirmées depuis par le Dr Galippe, que nous fîmes en 1869, en collaboration avec le Dr Ducom, expériences publiées dans les *Annales de Physiologie normale et pathologique*, qu'on peut ingérer impunément du cuivre en quantité voulue pour se mettre dans les mêmes conditions d'imprégnation que les ouvriers les plus épargnés.

» Tout cela étant, la préservation cuprique s'impose d'autant plus que, sans parler de nos observations personnelles, dont les premières remontent déjà à l'épidémie de 1853-1854, nombre d'observations ont été citées qui plaident en sa faveur. C'est ainsi encore que tout proche de nous, en 1879, le D[r] Maillet fit, au Japon, de la préservation sur une grande échelle avec les ceintures de cuivre, et qu'en ce moment même, d'après ce qu'aurait dit M. le professeur Vulpian, à Mékong, dans le delta du Gange et en Egypte les officiers français et anglais se préservent par le cuivre. Dès 1868, dans la peste bovine, les animaux auraient eux-mêmes bénéficié de nos recherches. Donc :

» 1° Application du cuivre *extra* soit sous la forme métallique, armatures, plaques ou même de simples sous, cousus, après avoir été bien décapés, sur des lanières de cuir souple; soit en teinture dans un gilet, une chemise ou une ceinture de flanelle;

» 2° Combustion à domicile de bichlorure de cuivre dans des lampes à alcool;

» 3° Usage quotidien d'une préparation de cuivre à dose progressive, du bioxyde, par exemple, qui n'a aucun goût, à partir de $0^{gr},01$ jusqu'à $0^{gr},06$ suivant les âges, en deux fois dans la journée, ou bien de quart de lavement avec de l'eau tiède contenant de $0^{gr},10$ à $0^{gr},20$ de sulfate de cuivre;

» 4° Mouiller le vin des repas avec de l'eau minérale naturelle de Saint-Christau et faire usage de légumes verdis avec du sulfate de cuivre;

» 5° Et se conformer, d'ailleurs, aux sages prescriptions hygiéniques publiées par l'autorité.

» Tels sont, suivant l'expérience que nous en avons acquise, les moyens efficaces de préservation.

» Reste la question essentielle du traitement, dont nous aurons l'honneur de faire l'objet d'une Communication ultérieure à l'Académie. »

M. P. Davin rappelle le Mémoire qu'il a adressé à l'Académie, en juillet 1873, sur l'efficacité, contre le choléra, de la poudre de bronze employée pour la dorure. Il conseillait, à cette époque, de répandre cette poudre dans les appartements au moyen d'un soufflet. Il cite divers exemples, dans lesquels cette précaution a préservé du choléra ceux qui y ont eu recours.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, quatre Volumes des « Annales du Bureau central météorologique », qui sont adressés à l'Académie par M. *Mascart*, savoir :

Année 1880, t. II : « Observations françaises et Revue climatologique ». — Ce Volume renferme les observations textuelles, faites dans les stations les plus importantes, et une revue sur le climat du sud-ouest de l'Europe; par M. Angot.

Année 1881, t. I : « Étude des orages en France et Mémoires divers ». — Outre la Revue annuelle sur les orages, ce Volume renferme une étude très étendue de M. Angot sur le climat de l'Algérie, d'après une longue série d'observations.

Année 1881, t. III : « Tableaux des pluies recueillies en France, avec une Notice sur le régime des pluies », par M. Moureaux.

1881, t. IV : « Météorologie générale ». — Ce Volume renferme deux Mémoires importants de M. Teisserenc de Bort : 1° Cartes d'isothermes et d'isobares moyennes à la surface du globe; 2° Étude très étendue sur le grand hiver de 1870-80, avec de nombreuses Cartes, et une discussion sur les caractères météorologiques des hivers anormaux.

ASTRONOMIE. — *Observations relatives à une Communication précédente de M.* A. Gaillot, *sur les changements produits sur la durée de l'année julienne.* Note de M. **E.-J. Stone.**

« Observatoire Radcliffe, Oxford, 2 août 1883.

» La question du changement pratique de l'unité de temps, avec l'adoption de valeurs nouvelles du mouvement moyen du Soleil, étant très importante pour les progrès futurs de la science astronomique, j'espère que vous me permettrez d'indiquer le point exact par lequel, selon moi, pèche la démonstration mathématique de M. Gaillot.

» Adoptant la notation du Mémoire de M. Gaillot dans les *Comptes rendus*, séance du 16 juillet 1883, je n'admets pas son hypothèse de la p. 152, ligne 10 « Les variables n', n et P sont indépendantes entre elles. » Je dis qu'une telle hypothèse est erronée; car n est le « mouvement de rotation de la Terre autour » de son axe » et n' est le « moyen mouvement apparent de révolution du » Soleil »; ce sont donc là des valeurs numériques représentant des faits

physiques, et ces valeurs sont directement proportionnelles à l'unité de temps adoptée. Il résulte de là que le rapport $\frac{n}{n'}$ est constant et indépendant de l'unité de temps adoptée. Je maintiens que la condition de constante proportionnalité entre n et n' doit être introduite dans l'équation de condition qui fixe l'unité de temps. Si j'ai raison sur ce point, les résultats de M. Gaillot sont erronés; si au contraire M. Gaillot a raison d'admettre que n, n' et par suite P peuvent être traités comme des variables indépendantes, pourvu que l'on fixe la longueur de l'unité de temps par l'équation de condition qu'il a donnée, alors mes résultats sont erronés et les déductions de M. Gaillot sont correctes.

» Les calculs numériques de M. Gaillot ne prouvent absolument rien relativement au point en question; car, si LV et B représentent le temps sidéral moyen selon Le Verrier et Bessel et si

$$B = C + (p + n')t + 2\pi t,$$

si de plus

$$LV = C' + (p + n' + \delta n')t' + 2\pi t',$$

expressions dans lesquelles t et t' sont supposés être exprimés en jours solaires moyens de leurs échelles respectives, alors, si $t = t'$, nous avons

$$LV - B = C' - C + \delta n' t,$$

résultat concordant avec les calculs numériques de M. Gaillot. Mais, si l'unité de temps est différente dans LV, par suite du changement de n' en $n' + \delta n'$, comme je le maintiens, alors

$$t = t'\left(1 + \frac{\delta n'}{n'}\right),$$

et par conséquent

$$B = C + (p + n' + \delta n')t' + 2\pi t' + (p + 2\pi)\frac{\delta n'}{n'}t',$$

$$LV = C' + (p + n' + \delta n')t' + 2\pi t',$$

$$\therefore LV - B = (p + 2\pi)\frac{\delta n'}{n'}t',$$

et cette différence n'est pas petite, mais elle augmente d'environ $1^s,46$ par an. On néglige ordinairement ce terme, parce qu'on suppose à tort qu'on peut avoir simultanément $2\pi t$ égal à un multiple de 2π, à chaque midi moyen, soit que l'on fasse usage de l'expression de Bessel pour le temps sidéral au midi moyen, soit que l'on se serve de l'expression de Le Verrier,

et c'est, selon moi, cette négligence qui a conduit à de sérieuses erreurs dans notre manière actuelle de calculer le temps solaire moyen.

» La question que j'ai soulevée n'est donc pas tranchée par des calculs comme ceux de M. Gaillot, car il admet tacitement, dans ces calculs, que l'unité de temps n'est pas changée par un changement dans n', et c'est là précisément le point en litige.

» On ne peut trancher la question de la réalité du changement dans l'unité de temps par le changement de n' en $n' + \delta n'$ que par la théorie ou en se rapportant directement aux faits d'observation. Je crois avoir démontré ce point théoriquement; mais j'ai aussi réduit les observations lunaires faites à cet observatoire et à Greenwich, en admettant l'exactitude de mes vues, et je trouve que les erreurs des Tables lunaires, de 1864 à 1882, sont très approximativement, sinon tout à fait, aussi petites que celles qui existaient de 1847 à 1863; une discussion des occultations confirme ce résultat. Je puis aussi mentionner que, dans le cas du N, P, D', S, où les quantités tabulaires augmentent quelquefois rapidement et quelquefois décroissent rapidement, je trouve que, avec notre manière actuelle de calculer le temps, les N, P, D', S des Tables sont systématiquement plus grands que les valeurs observées partout où le N, P, D s'accroît, plus petites que les observations partout où le N, P, D décroît, et que ces désaccords sont sensiblement écartés dans mes résultats corrigés. »

ASTRONOMIE. — *Sur la détermination des ascensions droites des étoiles circumpolaires.* Note de MM. **Ch. André** et **Gonnessiat**, présentée par M. Lœwy.

« Dans le courant du mois d'avril, M. Lœwy a entretenu l'Académie des difficultés qu'ont à surmonter les astronomes, pour arriver à connaître les coordonnées des étoiles circumpolaires qui leur servent de repères. Cette question nous avait également préoccupés à l'observatoire de Lyon : pour la résoudre, nous avions adopté, M. Gonnessiat et moi, la méthode suivante, que cet astronome a été chargé d'appliquer.

» En accumulant, pour ainsi dire, les diverses déterminations de l'azimut obtenues avec chaque étoile sur des mires terrestres, dont la position peut être considérée comme fixe pendant un laps de temps assez long, on arrive, par des moyennes, à éliminer les erreurs accidentelles d'observation et à faire apparaître nettement les différences systématiques provenant des étoiles employées. Ceci posé, on peut combiner :

» 1° Les moyennes des azimuts obtenus à l'aide de l'ensemble des observations de α Petite Ourse à ses deux passages : la demi-différence de ces moyennes donne la correction absolue relative à cette étoile ;

» 2° Les moyennes des résultats de α Petite Ourse observée constamment au passage supérieur, par exemple, avec celles d'une autre étoile observée d'abord au passage supérieur, puis cinq ou six mois après au passage inférieur. Soient a et a_1 les azimuts de la mire obtenus dans le premier cas, Δa et Δa_1 leurs corrections absolues : on doit avoir $a + \Delta a = a_1 + \Delta a_1$. Si a' et a'_1 sont les azimuts obtenus dans le second cas, on a, en négligeant les mouvements propres des étoiles pendant ce court intervalle,

$$a' + \Delta a = a'_1 - \Delta a_1, \quad \text{d'où} \quad \Delta a = \tfrac{1}{2}[(a_1 - a) + (a'_1 - a')].$$

» La correction absolue relative à α Petite Ourse étant ainsi déterminée, on en déduira par comparaison celles relatives aux autres étoiles.

» Voici les résultats donnés par les observations faites au cercle méridien Eichens du 10 octobre 1882 au 24 mai 1883. On a admis comme écart moyen d'une détermination, pour la même étoile, $0^s,030$, nombre qui doit être considéré comme un maximum, car la plupart des séries donnent comme écart moyen un nombre inférieur à $0^s,025$. L'erreur moyenne ε, relative à chacune des valeurs reproduites ci-dessous, a donc été prise égale à $\frac{0^s,030}{\sqrt{n}}$, n étant le nombre d'observations. Pour les séries 4 et 5 de α Petite Ourse PI, observée dans le milieu de la journée, on a adopté comme écart moyen $0^s,060$.

» Les positions des étoiles ont été prises dans la *Connaissance des Temps* et le *Catalogue des étoiles de culmination lunaire* de M. Lœwy. On ne donne que la fraction des azimuts en millièmes de seconde de temps.

		Du 10 oct. au 1er déc. 1.			Du 2 déc. au 1er fév. 2.			Du 14 fév. au 5 mars. 3.			Du 17 mars au 17 avril. 4.			Du 30 avril au 24 mai. 5.		
Étoile.		Mire S.	Mire N.	ε.	Mire S.	Mire N.	ε.	Mire S.	Mire N.	ε.	Mire S.	Mire N.	ε.	re S.	Mire N.	ε.
1 Dragon	PI.......	+226	−733	±017		″			″			″			″	
3441 Carr.	PS.......	235	730	15		″			″			″			″	
8213 BAC	PS.......	224	732	11		″			″			″			″	
4165 BAC	PI.......	153	803	12		″			″			″				
2 Pte Ourse	PS......	210	745	12		″			″			″			″	
α Pte Ourse	PS......	266	688	09	+270	−688	±012	+277	−767	±011	+271	−767	±016	+288	−785	±014
5140 BAC	PI.......		″		355	585	21	410	640	30		″			″	
1235 BAC'	PS.......		″		169	766	11		″			″			″	
ε Pte Ourse	PS.......		″		370	585	15		″			″			″	
δ Pte Ourse	PI.......		″		320	636	10	327	713	12		″			″	
51 Hévélius	PS.......		″		187	767	12	218	830	14		″			″	
2320 BAC	PS.......		″		″	″	″	405	633	12		″			″	

Étoile.		Du 10 oct. au 1er déc. 1.			Du 2 déc. au 1er fév. 2.			Du 14 fév. au 5 mars. 3.			Du 17 mars au 17 avril 4.			Du 30 avril au 24 mai. 5.		
		Mire S.	Mire N.	ε.	Mire S.	Mire N.	ε.	Mire S.	Mire N.	ε.	Mire S.	Mire N.	ε	Mire S.	Mire N.	ε.
λ Pte Ourse	PI.......		″		267	670	17	294	750	14		″			″	
7169 BAC	PI.......		″			″		333	710	10	+290	−720	±030		″	
1 Dragon	PS.......		″			″		230	795	15	275	760	16		″	
7504 BAC	PI......		″			″		336	705	12	363	690	18		″	
3441 Carr.	PI.......		″			″			″		293	746	12		″	
8213 BAC	PI.......		″			″			″		299	742	08		″	
4165 BAC	PS.......		″			″			″		330	705	10	+353	−719	±011
2 Pte Ourse	PI.......		″			″			″		290	736	18	285	788	12
α Pte Ourse	PI.......		″			″			″		246	792	11	260	813	08
5140 BAC	PS.......		″			″			″			″		138	938	09

» 1° La comparaison des valeurs relatives aux deux passages de α Petite Ourse a donné :

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Série } 4\ldots\ldots\ldots & \Delta a = -0^s,013 \pm 0^s,0095\\ \text{Série } 5\ldots\ldots\ldots & \quad\; -0^s,014 \pm 0^s,0078\end{array}\right\}, \text{ d'où } \Delta a = 0^s,0136 \pm 0^s,0064.$$

» 2° A l'aide de α Petite Ourse (P. S.) et des étoiles suivantes à leurs deux passages, on a obtenu pour correction absolue relative à α Petite Ourse :

Par 1 Dragon......	$-0^s,026 \pm 0,012$		Par 4165 B.A.C...	$-0^s,025 \pm 0,009$	
3441 Carr.....	$-0,010$	15	2 Petite Ourse..	$-0,024$	11
8213 B.A.C...	$-0,008$	11	5140 B.A.C...	$-0,004$	12

» D'où $\Delta a = -0^s,0175 \pm 0,0046$.

» Finalement, on adopte $\Delta a = -0^s,016 \pm 0,004$.

» Appliquant cette correction aux diverses séries d'azimuts résultant de α Petite Ourse, on a pour azimut adopté correspondant à chaque série [1] :

Série.	Mire S.	Mire N.	ε.	Série.	Mire S.	Mire N.	ε.
1.........	+250	−704	±010	4.........	+259	−778	±008
2.........	+254	−704	13	5.........	+275	−798	08
3.........	+261	+783	12		»	»	»

» Pour trouver les corrections azimutales relatives à chaque étoile, on retranche en sens convenable ces moyennes normales des moyennes données plus haut. Le Tableau suivant contient pour chaque étoile la correction Δa ainsi déduite, la correction Δn de l'inclinaison de l'axe au-dessus de l'équateur, celle $\Delta\alpha$ de l'ascension droite ($\Delta a = -\Delta n \operatorname{séc}\varphi = -\Delta\alpha \cot\delta \operatorname{séc}\varphi$), et l'ascension droite moyenne conclue pour 1883, o.

---

(1) La mire N. a été rescellée entre les séries 2 et 3, et la mire S. entre les séries 4 et 5.

	Δa.		Δn.	Δα.	α conclue.	
	s			s	h m s	s
2 Petite Ourse..	+ 0,027	± 0,009	− 0,019	− 0,25	0.52.57,60	± 0,08
α Petite Ourse...	− 016	± 004	+ 011	+ 0,48	1.15.51,92	± 0,12
1235 B.A.C....	+ 075	± 017	− 053	− 0,63	4. 0.13,64	± 0,14
51 Hévélius....	+ 055	± 013	− 039	− 0,79	6.45.16,28	± 0,19
2320 B.A.C....	− 146	± 017	+ 102	+ 5,65	7.38.43,51	± 0,65
1 Dragon......	− 008	± 011	+ 006	+ 0,04	9.20.18,30	± 0,05
4165 B.A.C....	− 081	± 008	+ 057	+ 1,87	12.14.20,17	± 0,19
5140 B.A.C....	+ 135	± 010	− 094	− 2,32	15.15.19,86	± 0,17
ε Petite Ourse...	+ 117	± 019	− 082	− 0,60	16.57.59,49	± 0,10
δ Petite Ourse...	+ 068	± 012	− 048	− 0,80	18.10. 3,31	± 0,14
λ Petite Ourse...	+ 029	± 014	− 020	− 1,10	19.41. 1,43	± 0,53
7169 B.A.C....	+ 067	± 014	− 047	− 0,30	20.34. 9,50	± 0,06
7504 B.A.C....	+ 085	± 013	− 060	− 0,98	21.22.45,42	± 0,14
3441 Carr......	+ 028	± 012	− 020	− 0,25	22.22.26,11	± 0,11
8213 B.A.C....	+ 034	± 009	− 024	− 0,40	23.27.49,91	± 0,11

» Les signes de Δa et Δn s'appliquent au passage supérieur.

» Pour donner un exemple de la précision des résultats auxquels on arrive ainsi, nous citerons les nombres suivants :

		Azimut de la mire Nord				Azimut	
22 juin.		brut.	corrigé.	7 juillet.		brut.	corrigé.
5140 B.A.C.....	PS	− 925	− 790	5140 B.A.C.....	PS	− 966	− 831
1235 B.A.C.....	PI	719	794	ε Petite Ourse....	PS	900	783
ε Petite Ourse...	PS	925	808	δ Petite Ourse....	PS	873	805
δ Petite Ourse....	PS	841	773	51 Hévélius.....	PI	745	800

PHYSIQUE. — *Sur le point critique de l'oxygène.* Note de M. E. Sarrau, présentée par M. Berthelot.

« Dans une Communication récente sur le point critique de l'oxygène, M. Wroblewski a fait connaître la pression et la température critiques de ce gaz; la pression est d'environ 50^{atm} et la valeur $-113°$ est indiquée comme une première approximation de la température ([1]).

» Il n'est peut-être pas sans intérêt de rappeler que la valeur approchée de ces éléments a pu être calculée, antérieurement aux expériences, à l'aide d'une formule de M. Clausius dont les coefficients étaient déterminés en se

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 309; 30 juillet 1883.

servant d'expériences de M. Amagat. J'ai trouvé ainsi $48^{atm},7$ pour la pression et $-105°,4$ pour la température (¹).

» L'accord entre l'expérience et le calcul paraît satisfaisant, si l'on tient compte des difficultés des déterminations expérimentales et de l'incertitude de l'extrapolation par une formule dont les constantes sont calculées à l'aide d'expériences faites à 15° et 100°. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de combinaison entre l'oxygène et le carbone.* Note de M. **A. Boillot.**

« Le rôle prépondérant que la chaleur joue dans les combinaisons chimiques ne saurait trop être mis en lumière. Le principe essentiel qui doit guider dans les déterminations de la Thermochimie me semble être relatif à la *quantité de chaleur propre à chacun des composants entrant en combinaison ou se séparant par la décomposition des corps.*

» Jusqu'ici les chaleurs mesurées n'ont été que des *sommes* ou des *différences* données par les éléments constituant les composés. Le problème est très complexe; pour le moment, je me bornerai à l'examiner relativement aux deux composés *oxyde de carbone* et *acide carbonique.*

» La question que je me suis posée est celle-ci : Dans les combinaisons formées par le carbone et l'oxygène, pour constituer l'oxyde de carbone et l'acide carbonique, il se dégage une certaine quantité de chaleur, qui a été mesurée. Il s'agit de savoir comment cette chaleur est répartie; quelle est la quantité de calorique dégagée ou absorbée par l'oxygène et le carbone, chacun en particulier.

» Deux principes me semblent présider à cette détermination :

» 1° Un corps solide absorbe de la chaleur pour passer à l'état liquide; un liquide absorbe aussi de la chaleur pour devenir gazeux. Réciproquement, un gaz perd de la chaleur pour devenir liquide, et un liquide perd également du calorique pour devenir solide.

» 2° Des volumes égaux de tous les fluides élastiques, pris à une même température et sous une même pression, étant comprimés ou dilatés subitement d'une même fraction de leur volume, dégagent ou absorbent la même quantité absolue de chaleur.

» Soient

A la chaleur dégagée par 2^{vol} d'oxygène (pesant 2,666...) pour former 2vo

(¹) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 642, 6 mars 1882.

d'acide carbonique (pesant 3,666...) avec 2^{vol} de vapeur de carbone (pesant 1);

B la chaleur dégagée par 1^{vol} d'oxygène (pesant 1,333...) pour former, avec 2^{vol} d'oxyde de carbone (pesant 2,333...), 2^{vol} d'acide carbonique (pesant 3,666...);

A — B sera la chaleur dégagée par 1^{vol} d'oxygène (pesant 1,333...) pour former, avec 2^{vol} de vapeur de carbone (pesant 1), 2^{vol} d'oxyde de carbone (pesant 2,333...).

» Soit x la chaleur absorbée par le poids 1 de carbone, pour passer à l'état de vapeur occupant 2^{vol}.

» $A - B + x$ sera la chaleur fournie par 1^{vol} d'oxygène, pour former 2^{vol} d'oxyde de carbone avec 2^{vol} de vapeur de carbone, et

$$A - B + x = B,$$

d'où

$$x = 2B - A.$$

» Si l'on opère avec 6^{gr} de diamant, on aura

$$A = 47^{cal}, \quad A - B = 12^{cal},9, \quad B = 34^{cal},1 \quad \text{et} \quad x = 21^{cal},2.$$

» $A + x = 68^{cal},2$ sera la chaleur totale fournie par les 2^{vol} d'oxygène (pesant 16^{gr}), qui se combinent avec 2^{vol} de vapeur de carbone (pesant 6^{gr}), pour donner 2^{vol} d'acide carbonique (pesant 22^{gr}). Sur ces $68^{cal},2$, on voit que $21^{cal},2$ sont absorbées par le carbone.

» On admet ici que 2^{vol} de vapeur de carbone et 1^{vol} d'oxygène, en se combinant, donnent 2^{vol} d'oxyde de carbone; que 2^{vol} d'oxyde de carbone donnent 2^{vol} d'acide carbonique en se combinant à 1^{vol} d'oxygène, d'où 2^{vol} de vapeur de carbone produisent 2^{vol} d'acide carbonique en se combinant à 2^{vol} d'oxygène.

» Je me propose de discuter les objections que l'on peut faire à cette manière d'envisager les choses. »

CHIMIE. — *Sur la composition de l'asphalte ou bitume de Judée.* Note de M. **B. Delachanal.**

« Diverses Communications, et en particulier celles d'un des plus zélés délégués de l'Académie pour l'étude du Phylloxera, M. de Laffite, ayant

appelé l'attention sur l'emploi fait jadis en Palestine du bitume de la mer Morte comme insecticide, le consul de France à Jérusalem s'empressa de faire parvenir à M. de Lesseps quelques kilogrammes de cette substance, enfermés dans un petit baril. M. Dumas m'ayant confié l'étude de ce produit, je ne tardai point à reconnaître qu'il renfermait du soufre en quantité notable, et semblait se distinguer par ce caractère de la plupart des matières bitumineuses connues.

» Comme on n'a jamais signalé la présence du soufre dans le bitume de Judée, du moins à ma connaissance, on pouvait croire que, malgré son apparence, celui que l'Académie avait reçu n'était pas identique avec ceux qu'on désigne sous ce nom dans le commerce. Cependant les échantillons qu'on a pu s'en procurer chez les marchands n'ont pas semblé différer, à cet égard, du bitume reçu de la Palestine par la voie officielle.

» Mais, en examinant les diverses informations fournies à l'Académie, on pouvait s'assurer que les écrivains arabes qui ont parlé de l'emploi du bitume de Judée comme insecticide en distinguent trois espèces : 1° celui que la mer Morte rejette de temps en temps, et qui semble identique avec le bitume adressé à l'Académie et avec le bitume du commerce; 2° celui que l'on rencontre sur le sol, au voisinage de la mer Morte, parmi les débris qui couvrent ses rives; 3° celui qu'on extrait, dans ces dernières localités, en creusant le sol.

» Quelles analogies, quelles différences existe-t-il entre ces trois espèces? L'une d'elles, la troisième, serait molle ou presque liquide, les deux autres solides. Les usages, ou du moins la manière de s'en servir, pourraient donc être très différents; leur efficacité ne serait sans doute pas la même. Pour résoudre ces questions, il fallait se rendre sur place; la personne qui avait accepté cette mission, à la demande de M. Dumas, et qui, connaissant les lieux, aurait pu la remplir avec succès, en fut détournée par les troubles survenus en Égypte.

» Le bitume de Judée pris dans le commerce et celui qui a été adressé à l'Académie sont l'un et l'autre solides. Ils ne se dissolvent facilement que dans la benzine et dans les carburates d'hydrogène analogues.

» Leur emploi comme insecticides a pu être tenté de deux manières : 1° broyé avec des huiles grasses pour enduire les ceps et atteindre l'œuf d'hiver; 2° pulvérisé en mélange avec une poudre inerte et mis dans le sol en rapport avec les racines. Il sera rendu compte des résultats.

» Ces sortes d'essais ou des essais analogues peuvent être effectués par-

tout, du reste, puisque le bitume de Judée du commerce est identique avec celui que fournit la mer Morte.

» Le bitume de Judée sur lequel j'ai opéré est brun, très foncé, mais pas complètement noir. Cependant il se présente sous la forme de gros blocs assez friables et à cassure conchoïde.

» Le dégagement considérable d'hydrogène sulfuré qui se produit pendant la distillation du bitume de Judée a conduit à y doser le soufre et les cendres.

» Pour effectuer ce dosage, on a projeté, par très petites portions, dans une grande capsule de platine portée au rouge sombre, un mélange intime de :

	Parties.
Bitume	1
Azotate de potasse	12
Carbonate de soude	36

» Après la déflagration, le résidu a été dissous dans l'eau acidulée par l'acide nitrique et précipité par le chlorure de baryum; $0^{gr},916$ de bitume ont fourni : $0^{gr},202$ de sulfate de baryte, soit $0^{gr},0277$ de soufre, c'est-à-dire $3^{gr},02$ de soufre pour 100 de bitume.

» Le même dosage fait sur un échantillon de bitume de provenance commerciale a donné 3,14 de soufre pour 100 de bitume.

» Le soufre du bitume de Judée ne provient pas, pour la plus grande partie du moins, de sulfures métalliques, car la quantité de cendres laissées par cette substance ne dépasse pas 0,273 pour 100.

» Sous l'influence de la chaleur, le bitume de Judée se ramollit, fond et, si l'on élève suffisamment la température, il se dégage une quantité importante d'hydrogène sulfuré et de carbure d'hydrogène gazeux, et l'on recueille une huile fortement colorée.

» Il est difficile, dans le laboratoire, de pousser très loin cette distillation, même dans des vases de métal, et, lorsqu'on a recueilli en poids le quart environ du bitume mis en expérience, le résidu se boursoufle tellement qu'il est impossible de continuer.

» J'ai traité en dix-sept opérations $8^{kg},715$ de bitume et j'ai obtenu $2^{kg},356$ d'huile, c'est-à-dire 27 pour 100. Le brai qui reste dans la cornue est plus noir que le bitume dont il provient; il est aussi beaucoup plus cassant.

» L'huile brute a été séparée par une première rectification en six pro-

duits différents, suivant la température où ils distillent, et les nombres du Tableau suivant indiquent leur proportion relative :

	Première opération.	Deuxième opération.	Troisième opération.	Moyenne pour 100.
	gr	gr	gr	
Avant 110°	12	6	12	3,5
De 110° à 200°	69	69	69	16,6
De 200° à 250°	56	59	62	15,0
De 250° à 300°	88	93	97	23,2
De 300° à 360°	112	114	109	28,1
Au delà de 360°	55	56	50	13,6
Perte	7	4	1	
	400	400	400	100,0

» Ces huiles sont presque incolores lorsqu'on vient de les recueillir, mais elles ne tardent pas à se colorer sous l'influence de la lumière; traitées par l'acide sulfurique à 66° et lavées avec de l'eau légèrement alcalinisée par de la soude caustique, elles se montrent incolores ou très légèrement jaunes. En cet état, elles se conservent bien et présentent la plus grande analogie au point de vue de la densité, de l'odeur et des propriétés avec les produits correspondants obtenus par la distillation du pétrole brut naturel.

» L'acide nitrique fumant dissout une partie de l'huile soumise à son action. Le résidu insoluble dans ce réactif est incolore, non nitré, solide à 15° pour les produits qui ont passé au-dessus de 300° à la distillation. C'est de la paraffine.

» Ces résultats suffisent pour donner à l'étude plus approfondie du bitume de Judée un certain intérêt. Si son histoire a paru promettre au praticien un insecticide qu'il y a lieu d'étudier, elle révèle au géologue une variété de bitume naturel abondante, caractérisée à la fois par la présence du soufre dans sa composition et par l'identité des produits de sa distillation avec ceux qu'on obtient du pétrole.

» La confusion que les anciens chimistes faisaient entre le succin et l'asphalte a cessé depuis longtemps. Il y a peut-être lieu désormais de ne plus confondre à leur tour le bitume de Judée avec d'autres bitumes d'une origine organique, desquels le sépare la présence du soufre dans sa composition, qui semble lui assigner une origine minérale. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Du danger de contagion des maladies infectieuses, par l'emploi des vases en faïence tressaillée.* Note de M. E. PEYRUSSON. (Extrait.)

« Ayant eu à examiner des poteries communes qui étaient soupçonnées d'avoir occasionné des accidents d'intoxication saturnine, j'ai pu constater qu'un grand nombre de ces poteries sont encore, malgré les circulaires ministérielles, très souvent vernies à l'alguifoux; leur glaçure contient une quantité de plomb qui constitue un danger sérieux, puisque j'ai pu retirer, de 100^{gr} de lait qui avait fermenté dans un de ces vases, la dose énorme de 0,22 de sulfate de plomb.

» On sait cependant que M. Constantin a inventé un procédé à la fois plus économique et tout à fait inoffensif, le vernissage au borosilicate de chaux, et que ce chimiste, dont l'Académie a couronné les travaux, a libéralement livré au public cette découverte, si importante au point de vue de l'hygiène. Il y aurait donc utilité à provoquer de nouveau l'intervention de l'autorité sur ce point.

» La glaçure des faïences fines, françaises et anglaises, a été beaucoup améliorée par l'addition de l'acide borique et du borate de chaux, qui permettent de diminuer dans une grande proportion la quantité de céruse qui entrait jadis dans leur composition; elles ne cèdent qu'une petite quantité de plomb au lait et au bouillon fermentés; mais, étant donné que ce métal est le plus dangereux des métaux usuels, il n'est pas douteux que, si ces poteries ne peuvent produire d'empoisonnements aigus, comme les poteries vernies à l'alguifoux, elles peuvent cependant, par un usage habituel, occasionner des accidents qui sont d'autant plus à redouter que l'élimination du plomb de l'économie demande un temps très long, pendant lequel ces petites doses s'accumulent dans l'organisme.

» Au cours des expériences dont je viens de parler, je remarquai que les vases dans lesquels j'avais fait aigrir une première fois du lait ou du bouillon faisaient fermenter ces matières beaucoup plus rapidement lorsque j'y renouvelais l'expérience, même après les avoir nettoyés avec grand soin. J'eus alors l'idée que ce fait pouvait provenir des travaillures, ou gerçures, qui existent toujours dans la glaçure des faïences qui ont servi un certain temps : je me demandai si ces petites fentes ne conservaient pas, malgré les lavages, un certain nombre de germes qui provoquaient la fermentation des liquides frais que je mettais à nouveau dans ces vases. Les faïences,

même les plus fines, sont en effet constituées par une pâte qui n'a pas été cuite jusqu'au ramollissement, et qui, par conséquent, est restée poreuse.

» .... Il semble résulter de mes expériences que les tressaillures peuvent servir de réceptacle aux germes des fermentations. Étant donnée l'analogie, démontrée par M. Pasteur, de ces germes avec ceux des maladies contagieuses, il est certainement permis de craindre que ces vases puissent également conserver les germes de ces maladies, lorsqu'ils ont servi à des malades qui en étaient atteints.

» Le Rapport de M. Gueneau de Mussy, sur les épidémies de 1880, mentionne le fait de 23 hommes qui ont contracté la fièvre typhoïde à l'hôpital, où ils étaient entrés pour des maladies différentes. On ne saurait trop prendre de précautions pour éviter les contagions. Je ne serais pas étonné que nombre de contaminations eussent été produites par les vases, dans les conditions que je viens d'indiquer; c'est pourquoi il m'a semblé utile d'attirer l'attention de l'Académie sur cette question, dont les hygiénistes ne se sont pas, que je sache, préoccupés jusqu'à ce jour.

» Je conclurai en disant qu'il serait prudent d'éviter l'emploi des vases en faïence, pour le service des malades atteints d'affections contagieuses; ces vases devraient être absolument proscrits des hôpitaux, où l'on ne devrait employer que des vases en verre et en porcelaine; le métal lui-même présente toujours des rugosités où peuvent se fixer des germes infectieux, que les lavages, même à l'eau bouillante, peuvent ne pas détruire.

» Les indications que M. Pasteur vient de publier, pour la prophylaxie du choléra, indiquent l'importance qu'il attache à la purification des vases et justifient ces conclusions. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Mémoire sur les farines* (deuxième Partie); par M. **Balland**. (Extrait par l'auteur.)

« *Résumé.* — 1° On peut obtenir, pour une même farine, des quantités variables de gluten, suivant la manière dont on opère. L'écart tient surtout au degré d'hydratation du gluten et au lavage qu'on lui a fait subir.

» 2° Le gluten renferme des quantités variables d'eau d'hydratation. Ainsi, l'eau est en plus forte proportion dans le gluten des blés tendres que dans le gluten des blés durs. Elle est en moins forte proportion dans le gluten retiré des pâtons immédiatement après leur préparation, que

dans le gluten retiré des pâtons après deux heures de repos. Elle est aussi en moins forte proportion dans le gluten des vieilles farines.

» 3° Certains corps, tels que le sel marin, l'acétate d'ammoniaque, le carbonate de potasse, la glycérine, etc., peuvent enlever de l'eau au gluten, le déshydrater. Par lavage à grande eau, ce gluten, qui a perdu de son poids et s'est durci, reprend, avec son poids primitif, toutes les qualités d'un bon gluten.

» 4° Un lavage prolongé fait perdre au gluten une partie de son poids.

» Le gluten des blés durs perd moins par lavage que le gluten des blés tendres; le gluten d'un pâton préparé récemment perd moins que le gluten d'un pâton préparé depuis deux heures. Le gluten des vieilles farines perd plus que le gluten des farines récentes.

» Une masse de gluten provenant de farine nouvelle, mise dans l'eau pendant vingt-quatre heures, puis lavée, perd en moyenne 10 pour 100; avec de vieilles farines, la perte dépasse 20 pour 100.

» 5° Pour éviter des erreurs dans le dosage du gluten humide, il conviendrait d'opérer comme il suit :

» Faire un pâton avec 50^{gr} de farine et 20^{gr} à 25^{gr} d'eau; laisser ce pâton au repos pendant vingt-cinq minutes, puis le partager en deux portions égales; retirer le gluten de l'une immédiatement et celui de l'autre une heure après; peser le gluten, après l'avoir fortement serré dans la main, dès que l'eau de lavage s'écoule claire; continuer le lavage pendant cinq minutes et peser de nouveau. On aura ainsi, pour une même farine, quatre données dont on prendra la moyenne. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'origine de l'individualité chez les animaux supérieurs.* Note de M. **H. Fol**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La question que je cherche à élucider n'est pas celle de l'origine historique ou phylogénique des types élevés du règne animal, mais seulement celle de l'origine physiologique de l'individu. Il s'agit de savoir à quel moment de l'ontogénie l'individualité prend naissance et se circonscrit, quel est le premier fait de la personnalité.

» Tant que l'on se contente de suivre la succession normale des événements embryogéniques, le problème reste insoluble ; pour obtenir le critère désiré, il faut avoir recours à l'expérimentation et à l'observation des processus pathologiques. Si nous arrivons à préciser les conditions et l'époque de l'origine des monstres doubles ou multiples, nous serons bien près de connaître celles de l'individu normal.

» Je laisse de côté, comme étrangers à la question qui nous préoccupe, les cas de soudure de deux embryons résultant du développement de deux œufs distincts. Ces soudures, dont M. de Lacaze-Duthiers a fait connaître un exemple frappant chez un Mollusque et dont j'ai moi-même récemment observé quelques cas chez l'*Axolotl*, diffèrent des véritables monstres doubles tant par l'origine que par la disposition des organes. Je ne m'occupe pas davantage des cas de bifurcation de la queue ou de formation de doigts surnuméraires qui paraissent appartenir à un autre ordre de faits. Ces déductions faites, il ne reste plus que les véritables monstres doubles qui résultent tous du développement et de la réunion progressive de deux ébauches embryonnaires comprises dans un même vitellus, et séparées par un espace plus ou moins grand au moment de leur apparition. Mes conclusions, qui s'appuient sur une démonstration détaillée, s'accordent donc fort bien avec celles de MM. Dareste et Rauber.

» Quels sont les facteurs qui déterminent la formation d'un ou de plusieurs embryons aux dépens d'un seul vitellus, et à quel moment pouvons-nous prédire la marche du développement?

» Mes nouvelles recherches ont porté principalement sur l'Oursin (*Strongylocentrotus lividus*), qui est strictement individualisé à toutes les phases de son existence et dont les œufs sont éminemment propices à cette étude histologique. J'étais arrivé précédemment à la conclusion que la fécondation normale ne demande qu'un zoosperme par œuf; Selenka pense que deux ou trois zoospermes n'entraînent pas de phénomènes irréguliers. J'ai vérifié ce point et j'ai trouvé que, lorsque toutes les conditions normales sont scrupuleusement observées, il ne pénètre effectivement qu'un seul élément fécondant dans chaque vitellus, mais que deux zoospermes peuvent souvent entrer et se réunir tous deux au noyau femelle sans qu'il en résulte quelque chose d'anormal dans le développement. Le chiffre trois m'a paru être au delà de la limite de tolérance. Le spermatozoaire n'agit donc pas comme individualité : il représente seulement une certaine dose de substance nucléaire, d'une certaine provenance, dose qui peut varier du simple au double.

» Les œufs mal mûrs ou altérés laissent pénétrer un nombre beaucoup plus considérable de filaments spermatiques. J'ai fait usage, dans mes dernières recherches, d'une méthode fort élégante, qui consiste à opérer sur des œufs parfaitement frais et mûrs à point, mais à les narcotiser momentanément, un peu avant la fécondation artificielle, par une immersion dans de l'eau saturée d'acide carbonique. La rencontre des produits sexuels doit avoir lieu dans une eau bien aérée. Si les œufs sont à moitié engourdis,

ils reçoivent en moyenne trois à quatre zoospermes chacun. Les trois ou quatre noyaux mâles vont se réunir au noyau femelle et il survient un temps de repos pendant lequel rien ne ferait deviner ce que la fécondation a eu d'anormal, si ce n'est la durée plus grande de cette période d'immobilité. Mais au moment où le premier fractionnement se prépare, on voit apparaître une figure caryolitique complexe à trois ou quatre pôles au lieu de deux, un triaster ou un tétraster, ou deux amphiaster parallèles, isolés ou reliés par un fuseau intermédiaire. Le nombre des cellules du fractionnement est au moins double de celui que présentent des embryons normaux de l'âge correspondant, et, plus tard, les larves ont des formes irrégulières et souvent deux ou trois cavités gastréales.

» Si les œufs sont plus complètement engourdis, ils laisseront entrer de 5 à 10 zoospermes; ceux qui en reçoivent un nombre plus grand peuvent être considérés comme morts. Les premiers noyaux mâles traversent le vitellus et vont se réunir au noyau femelle assez rapidement, sans que le corps du spermatozoaire, qui est formé de substance chromatique, ait le temps de beaucoup grossir. Les noyaux suivants restent dans la partie superficielle du vitellus; la chromatine se gonfle et prend la disposition réticulée et les noyaux ne diffèrent que par la dimension de la forme typique d'un noyau fécondé. Lors du fractionnement, qui se fait toujours attendre assez longtemps, le noyau fécondé se change en un tétraster ou en un double amphiaster, et chacun des noyaux mâles devient un amphiaster. Les pôles des amphiasters voisins se réunissent d'habitude de manière à former des chapelets composés alternativement d'étoiles et de fuseaux, des figures variées que nous nommerons des constellations. Chacun de ces amphiasters semble être un centre de développement, car celles des larves qui survivent prennent une forme de polygastrée. Toutes ces figures caryolitiques complexes présentent les mêmes parties essentielles qu'un amphiaster typique et normal.

Ces faits m'amènent à la conclusion que ni l'œuf, ni le noyau femelle, ni le zoosperme, pris séparément, ne suffisent à déterminer l'individualité. La dose et la provenance de la substance nucléaire qui peut être le point de départ de la formation d'un embryon varient dans des limites assez larges, et le nombre des amphiasters qui se montrent au moment du premier fractionnement est le premier critère qui détermine le nombre des individus. Je considère donc le premier amphiaster de fractionnement comme le premier fait individuel. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Evaporation des eaux marines et des eaux douces, dans le delta du Rhône et à Constantine.* Note de M. **Dieulafait.**

« Les Communications que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie relativement à la mer intérieure de l'Algérie comprennent deux ordres de résultats absolument indépendants. Le premier fixe le rapport de l'évaporation de l'eau douce et de l'eau de mer dans les mêmes conditions; le second comprend le résumé d'observations personnelles sur l'évaporation dans les étangs salés du delta du Rhône. Je dois revenir sur ces deux points, pour bien séparer ce que je considère comme démontré de ce qui reste discutable, et ensuite pour apporter de nouveaux documents à la question.

» Le rapport de l'évaporation de l'eau de mer et de l'eau douce, quantité absolument fondamentale, a été déterminé par M. Roudaire et fixé à $\frac{62}{100}$. Ce chiffre est complètement inexact. J'ai montré directement, à l'aide de la balance, que, pour de l'eau de mer déjà un peu concentrée, il ne descendait pas au-dessous de $\frac{96,5}{100}$, et, par la mesure des forces élastiques des vapeurs, que ce rapport n'était pas plus petit que $\frac{98}{100}$ pour de l'eau de mer normale. Ce dernier résultat est indépendant des surfaces considérées, en ce sens que ce sont les valeurs des forces élastiques de la vapeur d'eau douce et de la vapeur d'eau de mer qu'il faudra toujours prendre pour point de départ, quand on voudra, toutes les circonstances restant les mêmes, obtenir la valeur de l'évaporation d'un bassin marin rapportée à celle d'un bassin d'eau douce. C'est donc cette valeur de $\frac{98}{100}$ qui doit être substituée à celle de $\frac{62}{100}$, admise dans tous les rapports des ingénieurs et dans tous les calculs qui servent de base aux conclusions de la Commission supérieure. Or

$$\frac{98}{100} : \frac{62}{100} = 1,58.$$

C'est, on le voit, une augmentation de plus d'*un tiers* dans les dépenses, si l'on veut maintenir la mer intérieure dans les conditions fixées par la Commission supérieure. Tel est le premier résultat acquis par mes recherches personnelles, dans les questions de principe de l'établissement de la mer intérieure.

» Depuis plus de dix ans, je poursuis, dans le delta du Rhône, des recherches sur l'évaporation des eaux marines, et cela pour arriver à expliquer le mode de formation des terrains salifères de tous les âges, question qui a occupé une grande partie de ma vie. Ces recherches n'avaient donc et n'ont nullement pour objectif la mer intérieure; seulement, plusieurs des résultats que j'ai obtenus peuvent se rapporter à cette grande question :

c'est ce qui a lieu pour ceux que j'ai fait connaître dans une Communication du 18 juin dernier. Des expériences exécutées à Arles, par M. Salles, ont fourni à ce savant ingénieur des nombres beaucoup plus faibles que les miens; mais, étant données les conditions dans lesquelles nous avons opéré, ce résultat était certain *a priori*. En effet, les petits bassins de M. Salles sont établis tout près du canal et du Rhône, dans une prairie un peu soustraite peut-être à l'action du vent; mes observations, au contraire, ont été faites loin du grand courant du Rhône, sur des bassins entourés de terre noire sufurée et de grèves, les unes et les autres absolument stériles; là, rien ne gêne l'action des grands courants atmosphériques, et le pouvoir absorbant de ces terrains est si considérable que, pendant plusieurs mois de l'année, leur température aux heures chaudes de la journée dépasse 50°. Je dois faire ces observations : d'abord, pour bien poser la question, et ensuite pour établir que l'exactitude des observations de M. Salles, à Arles, n'implique nullement l'inexactitude des miennes dans la région plane, nue et complètement stérile du delta du Rhône. Les chiffres que j'ai communiqués à l'Académie ont été obtenus à l'aide de procédés aussi certains que précis, procédés qui se rattachent de la manière la plus complète à la méthode générale formulée par M. Dumas (Commission supérieure, p. 200), méthode que je considère comme donnant seule le principe qui peut conduire à la solution de la question d'évaporation des eaux marines sur de grandes surfaces.

» En attendant les résultats certains que fournira cette méthode, voici des documents d'un tout autre ordre, absolument nouveaux et d'un haut intérêt pour la question de la mer intérieure; ils m'ont été communiqués par M. Pelletreau, ingénieur des Ponts et Chaussées à Constantine. Pour laisser à ces documents leur indépendance absolue et aussi pour conserver tout le mérite à leur auteur, je copie textuellement la lettre de M. Pelletreau.

« Nous alimentons partiellement Constantine en eau potable au moyen de trois étangs, dont la capacité totale est de 100 000^{mc}. Les profondeurs varient de 4^{m} à 5^{m},50, et la surface d'évaporation est, en chiffres ronds, de 2^{ha}. On sort donc tout à fait des expériences de cabinet. Nous envoyons chaque jour en ville un cube d'eau qui est mesuré par un bassin jaugeur. Ce cube est donc déterminé sans l'emploi d'aucune formule; il ne peut y avoir d'erreur. D'autre part, nous avons des observations pluviométriques depuis 30 ans, et par suite nous possédons tous les éléments pour calculer l'évaporation d'une façon absolument certaine. Bien entendu, le cube des étangs a été déterminé d'une façon exacte au moyen de profils en travers, très rapprochés, et le nivellement exécuté au niveau à bulle d'air a été vérifié. — Les étangs sont à une cote élevée (1000^{m} environ), mais la température est bien plus basse qu'à Constantine et les étangs sont entourés de plantations assez importantes,

dont l'influence n'est certes pas négligeable. Dans ces conditions, qui sont bonnes, je suis en mesure d'affirmer que, pendant les années 1881 et 1882, la moyenne de l'évaporation en vingt-quatre heures a été de 8^{mm}, depuis le 1er mai jusqu'au 1er décembre. Je n'ai pas voulu prendre toute l'année, parce que, pendant l'hiver, les étangs sont alimentés par une rigole dont le débit peut varier d'un instant à l'autre. Pour éliminer cette cause d'inexactitude, j'ai pris l'évaporation pendant tout le temps où la rigole n'a pas amené d'eau.

» A Biskra, les évaporomètres ont donné, pendant les six mois d'été, une évaporation égale à $\frac{5}{2}$ de celle de l'hiver. Si l'on admet ce rapport, nous aurions $6^{mm},6$ pour la moyenne générale de l'année à Constantine et dans les conditions que j'ai dit. Cela ferait $6^{mm},3$ pour de l'eau de mer normale.

» Reste à apprécier de combien ce chiffre devrait être diminué, pour passer d'une surface de 2^{ha} à une surface comme celle de la mer intérieure, mais aussi de combien il faudrait l'augmenter pour passer à la température des chotts. Je suis absolument convaincu qu'avec un siroco fréquent, comme cela a lieu dans le Sud, on aura au moins 6^{mm} d'évaporation et qu'il faudrait calculer le canal en conséquence. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les moyens employés pour constater, par enregistrement continu, les petits mouvements de l'écorce du globe.* Note de M. B. DE CHANCOURTOIS.

« Je demande à l'Académie la permission d'éclaircir, par quelques explications, un passage de la Note que j'ai présentée, le 25 juin dernier, sur la recherche des meilleurs moyens de constater, par enregistrement continu, les petits mouvements de l'écorce du globe, susceptibles d'influer sur le dégagement du grisou. Il s'agit de l'appréciation des caractères des appareils microsismographiques italiens, appréciation qui, abrégée trop à la hâte, peut prêter à confusion, d'autant qu'il ne saurait être établi de démarcation nette entre les phénomènes sismiques communément sensibles et les phénomènes dits *microsismiques*, et que d'ailleurs les principes du fonctionnement des instruments disposés spécialement pour l'étude de ces derniers sont fort difficiles à préciser.

» Malgré l'analogie des oscillations des pendules et des vibrations des ressorts, la mention explicite de l'emploi des derniers aurait dû être faite à côté de celle de l'emploi des premiers, puisqu'il faut avoir recours à de tels récepteurs pour manifester la composante verticale d'une impulsion sismique, ce que l'on n'a pas manqué de faire dans les sismographes analyseurs, notamment dans celui (non encore publié) que M. Cecchi a dernièrement établi dans la condition d'enregistrement continu. Un autre appareil à enregistrement continu, le sismodynamographe de M. Galli

(non encore publié), est même exclusivement fondé sur le jeu de l'élasticité. L'omission de la mention préalable des ressorts a donc pu, en donnant d'une manière générale à l'appréciation du caractère des instruments l'apparence d'un résultat d'information incomplète, faire penser que la conclusion restrictive a été prise sans tenir compte de l'existence de plusieurs instruments, et particulièrement du sismodynamographe, que vise au contraire expressément la remarque finale, dont, au reste, l'incorrection grammaticale ne détruit pas heureusement la justesse à l'égard de cet appareil, qui n'est pas analyseur et accuse simplement l'intensité du phénomène pour ainsi dire en bloc.

» C'est seulement dans le Mémoire qui rendra compte des résultats de notre mission que pourra être convenablement développé l'examen comparatif de la valeur et de la portée microsismique des appareils déjà en usage ou proposés, en même temps que le rappel circonstancié des contributions de chacun dans le progrès des études sismologiques, et les conclusions de ce Mémoire ne peuvent être arrêtées avant que des expériences, en voie d'organisation, n'aient justifié la convenance de leur application dans les régions houillères, ce qui exigera bien peut-être trois mois.

» Afin de ne pas différer aussi longtemps le témoignage de notre gratitude envers tous les savants italiens adonnés à la sismologie, qui nous ont accueillis de la manière la plus cordiale, je demande donc aussi la permission de terminer la présente Note explicative par l'expression de nos vifs remerciements pour leurs communications aussi libérales qu'instructives sur les progrès considérables déjà réalisés, dont nous tirerons certainement le plus grand profit dans la poursuite du but spécial de notre étude. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la culture des Palmiers dans des terrains imprégnés de sel marin*. Extrait d'une Lettre de M. A. **Richard** à M. de Lesseps.

« ... Le Palmier dattier (*Phœnix ductifera*) paraît se complaire dans un sol salin ; cette observation est confirmée par les arrosages, qui finissent, en quelque sorte, par saturer le terrain de chlorure de sodium, comme on peut le remarquer à Elche, à Alicante et en d'autres localités.

» En effet, le Vinalopo qui sert à irriguer, au moyen d'une retenue ou *pantano*, le territoire d'Elche, est fortement saumâtre, comme toutes les eaux qui sortent du monte Pinoso, qui est presque exclusivement constitué par des couches de sel gemme et de sulfate de chaux. Cette eau, constamment projetée depuis des siècles à travers les plantations de Palmiers, a fini

par former une croûte superficielle, sur une épaisseur de $0^m,12$ à $0^m,18$, qu'on est obligé de remuer à la pioche pour permettre l'introduction de l'eau dans les parties inférieures.

» La ville d'Alicante a planté de la même variété de Palmiers sa belle promenade du port, et, comme elle est complètement privée d'eau douce, elle les arrose avec une eau encore plus chargée que celle du Vinalopo des mêmes sels.

» Les sécheresses qui éprouvent si cruellement cette ville et la province entière ([1]) tarissent souvent cette unique ressource, et alors l'on arrose tout simplement ces Palmiers, comme la promenade elle-même, avec de l'eau de mer, qu'on puise à une vingtaine de mètres, distance à laquelle cette plantation se trouve du quai.

» Toutes les plantations de Palmiers, faites récemment entre le cap de Huertas et le Rio Monegro, dans l'admirable plaine de San Juan, ont réussi à merveille : les racines plongent littéralement dans l'eau de mer, car c'est à quelques pas de la mer et dans les sables du rivage qu'on les a placées.

» J'engage les personnes qui prétendent que les bords de la mer et les lieux salés sont contraires aux Palmiers à venir contrôler ces observations. »

M. G. **Krechel** adresse une Note relative à une falsification du lait, par l'addition d'une solution aqueuse de glycose commercial, de même densité que le lait lui-même.

La séance est levée à 5 heures.

J. B.

ERRATA.

(Séance du 6 août 1883.)

Page 452, ligne 7, *au lieu de* $\ldots + R\varphi'(R)] - \ldots$, *lisez* $\ldots + R\varphi'(R)]\alpha' - \ldots$.

Page 453, ligne 7, *au lieu de*

$$e = - h \frac{di}{dt} \cos\theta \cos\psi \, ds \, d\sigma,$$

lisez

$$e = - h \frac{di}{dt} \frac{\cos\theta \cos\psi \, ds \, d\sigma}{r}.$$

([1]) Voir *Los pozos artesianos en Espana,* dédié à M. de Quatrefages, par M. A. Richard (1880).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 AOUT 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris, pendant le deuxième trimestre de l'année* 1883. Communiquées par M. **Mouchez**.

Dates. 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(4) Vesta.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Avril 7....	8.52.25	9.55.30,65	+ 0,55	67.45. 1,7	+ 2,5
9....	8.44.30	9.55.27,92	+ 0,63	67.48.33,3	+ 2,5
10....	8.40.35	9.55.29,19	+ 0,53	67.50.36,7	+ 2,9
11....	8.36.43	9.55.32,58	+ 0,69	67.52.51,3	+ 3,4
12....	8.32.52	9.55.37,66	+ 0,71	67.55.14,9	+ 2,0
16....	8.17.46	9.56.15,83	+ 0,63	68. 6.41,7	+ 2,7
21....	7.59.34	9.57.42,78	+ 0,66	68.24.43,1	+ 2,1
		(43) Ariane.			
Avril 6....	10.22.38	11.22. 1,89	+ 4,12	92.31.47,2	+24,9
7....	10.17.56	11.21.15,68	+ 3,94	92.25.15,9	+25,4

Dates. 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(43) Ariane (suite).			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	
Avril 9....	10. 8.36	11.19.48,10	+ 3,79	92.12.29,0	+24,9
10....	10. 4. 0	11.19. 7,05	+ 4,03	92. 6.14,0	+23,5
11....	9.59.25	11.18.28,34	»	92. 0. 9,2	»
12....	9.54.50	11.17.49,17	»	91.54. 7,6	»
		(192) Nausicaa.			
Avril 10....	10.35.59	11.51.12,04	»	93.22. 7,7	»
11....	10.31.16	11.50.24,20	»	93.18. 2,2	»
12....	10.26.33	11.49.37,55	»	93.14. 0,1	»
16....	10. 7.53	11.46.40,54	»	92.58.33,5	»
17....	10. 3.16	11.45.59,50	»	92.54.55,6	»
		(120) Lachésis.			
Avril 2....	11. 5.48	11.49.33,73	— 0,30	92.55.11,9	— 1,5
7....	10.42.34	11.45.58,08	— 0,37	»	»
10....	10.28.46	11.43.58,09	»	92.31.51,9	»
11....	10.24.13	11.43.20,14	»	92.29.12,7	»
12....	10.19.40	11.42.43,01	»	92.26.32,8	»
		(37) Fides.			
Avril 2....	11.23. 4	12. 6.52,48	»	90.30.32,2	»
7....	10.59.22	12. 2.48,93	»	90. 9.44,1	»
10....	10.45.18	12. 0.32,16	»	89.58. 3,7	»
11....	10.40.39	11.59.48,64	»	89.54.40,3	»
12....	10.36. 0	11.59. 5,96	»	89.51. 4,3	»
16....	10.17.37	11.56.26,17	»	»	»
17....	10.13. 4	11.55.49,09	»	89.34.49,1	»
		(185) Eunice.			
Avril 12....	11.48. 7	13.11.24,65	»	73. 9. 0,7	»
26....	10.43.15	13. 1.33,54	»	71.45.42,4	»
30....	10.25. 5	12.59. 7,25	»	71.30.44,9	»
Mai 2....	10.16. 5	12.57.59,15	»	71.24.48,7	»
7....	9.53.53	12.55.25,66	»	71.14.30,1	»
		(114) Cassandre.			
Avril 30....	11.16.28	13.50.38,66	— 1,54	94.49.50,7	— 7,0
Mai 2....	11. 7. 7	13.49. 8,94	— 1,75	94.39.55,0	— 6,9

Dates. 1883.		Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
			(16) Psyché.			
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Mai	2....	11.53.49	14.35.59,25	+ 1,11	100.52.45,4	+ 4,3
	9....	11.20.49	14.30.29,70	+ 1,16	»	»
	12....	11. 6.45	14.28.12,71	+ 1,14	»	»
	15....	10.52.45	14.26. 0,08	+ 1,17	100. 3.33,3	+ 4,4
	16....	10.48. 6	14.25.16,87	+ 1,06	100. 0.11,6	+ 5,2
	18....	10.38.50	14.23.52,51	+ 1,00	99.53.37,6	+ 2,5
			(7) Iris.			
Mai	2....	11.55.43	14.37.53,16	+ 2,79	110.41. 0,3	+ 7,4
	9....	11.21.29	14.31. 9,74	+ 2,65	»	»
	15....	10.52.26	14.25.41,36	+ 2,81	109.24.41,9	+ 7,9
	16....	10.47.38	14.24.48,87	+ 2,64	109.18.43,6	+ 9,3
	18....	10.38. 5	14.23. 6,81	+ 2,71	109. 6.46,2	+ 8,8
			(10) Hygie.			
Mai	16....	11.46.32	15.23.52,55	− 9,42	113.25. 0,8	−31,4
	18....	11.39. 3	15.24.14,91	− 9,46	113.17.15,2	−29,1
	28....	10.50. 2	15.14.32,17	− 9,11	112.36.12,9.	−33,1
	31....	10.36. 9	15.12.26,31	− 9,02	112.23.42,5	−33,5
Juin	4....	10.17.52	15. 9.52,10	»	112. 7.15,5	»
			(29) Amphitrite.			
Mai	16....	11.51. 0	15.28.20,57	− 0,44	117.31. 9,2	− 1,5
	18....	11.41. 5	15.26.17,18	− 0,65	117.26.23,0	− 2,2
	28....	10.51.55	15.16.24,95	− 0,64	116.57.18,9	− 0,8
	31....	10.37.24	15.13.40,83	− 0,80	116.47.19,0	− 0,3
			(18) Melpomène.			
Mai	28....	11.19. 7	15.43.41,09	+ 4,71	92.57. 9,1	+12,7
	31....	11. 4.26	15.40.47,97	+ 4,65	92.51.13,3	+13,1
			(219) Thusnelda.			
Juin	12....	10.15.55	15.39.27,06	»	95.59.23,8	»
	14....	10. 6.36	15.38. 0,33	»	95.51.47,8	»
			(202) Chryséis.			
Juin	14....	11.47.16	17.18.56,44	»	102.22.17,7	»
	27....	10.46.13	17. 8.58,45	»	102.36.18,8	»
	28....	10.41.34	17. 8.15,85	.	102.38. 1,2	»
	29....	10.36.57	17. 7.34,39	»	102.39.32,7	»

» Les comparaisons de Vesta se rapportent à l'éphéméride publiée dans le *Nautical Almanac;* toutes les autres se rapportent aux éphémérides publiées par le *Berliner Jahrbuch.*

» Les observations ont été faites par M. *Henri Renan.* »

GÉODÉSIE. — *Sur une Lettre du général* Stebnitski *relative à la figure de la Terre;* par M. **Faye** (¹).

« Je prie l'Académie de me permettre de lui présenter une Lettre que M. le général Stebnitski, chef des travaux géodésiques et topographiques au Caucase, vient de m'écrire et de donner quelques brèves explications au sujet des critiques que le savant géodésien m'a fait l'honneur de m'adresser :

« La formule que nous avons adoptée, le colonel Kuhlberg et moi, pour réduire au niveau de la mer les longueurs du pendule à seconde obtenues à des niveaux considérables au Caucase, est la même que celle qui a été employée par les savants anglais dans l'Inde. Cette formule se compose de trois termes, dont le premier indique la correction pour l'altitude, le second exprime l'attraction du massif continental compris entre le lieu d'observation et la mer, et le troisième mesure l'influence du relief du terrain au-dessus du continent.

» Dans votre *Cours d'Astronomie de l'École Polytechnique* (première Partie), ainsi que dans votre intéressant article *Sur la réduction du baromètre et du pendule au niveau de la mer* (*Comptes rendus*, n° 18, 30 avril 1883), vous avez exprimé l'opinion que la réduction en question doit se faire en négligeant le second terme indiquant l'influence de l'attraction continentale (d'après Poisson et Young), la plus grande densité des continents étant compensée par la densité plus faible de leurs couches profondes, et la densité moindre des mers étant contrebalancée par l'augmentation de densité des couches qu'elles recouvrent.

» Mes nombreuses observations relatives à la déviation du fil à plomb sous l'influence des montagnes du Caucase et mes déterminations de la longueur du pendule à seconde m'autorisent à vous soumettre quelques considérations sur ce sujet; mais, au préalable, je crois nécessaire d'examiner quelques résultats de la déviation du fil à plomb sous l'action des masses extérieures.

» La déviation causée par les masses extérieures (montagnes, etc.), en vertu de l'attraction de ces masses, peut être désignée comme *normale*. Je réserve le nom d'attraction *anormale* pour les cas de déviations dus à d'autres causes, telles que l'inégale distribution de la densité du sol ou la présence de cavités. Les pays de montagnes offrent des exemples des deux cas.

» J'ai fait des recherches sur la déviation du fil à plomb, dans la partie centrale de la

(¹) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

grande chaîne du Caucase, dans la région où cette chaîne a sa plus grande hauteur et sa moindre largeur, en me basant sur les travaux géodésiques exécutés en Russie méridionale, des deux côtés de la chaîne.

» J'ai commencé par examiner si la déviation se manifestait dans les triangulations de la Russie du sud, ces triangulations étant reliées au réseau trigonométrique du Caucase. L'espace considéré s'étend de Kiew à l'embouchure du Volga, sur 3° de latitude et 15° de longitude.

» La comparaison des latitudes géodésiques avec les latitudes astronomiques a donné les différences suivantes :

$-0'',05, \quad +1'',24, \quad -1'',44, \quad +3'',7 \quad -1'',1 \quad -1'',58.$

» Ces différences pouvant être considérées comme comprises entre les limites des erreurs d'observation et comme dues en partie à un manque de régularité dans les dimensions de la Terre, j'en ai conclu qu'on ne saurait constater, en Russie méridionale, aucune déviation particulière du fil à plomb.

» A mesure qu'on se rapproche, dans les steppes de la Russie méridionale, de la grande chaîne du Caucase, on voit apparaître et croître la déviation du fil à plomb. J'ai calculé l'attraction des masses extérieures pour les localités où l'on avait pu déterminer la latitude trigonométrique aussi bien que la latitude astronomique, en me servant de nombreuses données hypsométriques et des méthodes exposées par le colonel Pechmann.

» Le Tableau qui suit indique les déviations (les différences entre les latitudes astronomiques et géodésiques), pour divers lieux au nord de la grande chaîne :

Localités.	Déviation par comparaison des latitudes.	Déviation par calcul des attractions.	Différences des déviations.
1. Signal russe...........	$-9'',66$	$+10'',83$	$+1'',17$
2. Ville de Georgievsk.....	$-9,97$	$+12,09$	$+2,12$
3. Base de Ekaterinograd...	$-12,62$	$+12,62$	0
4. Bourg d'Alexandre......	$-18,14$	$+19,45$	$+1,31$
5. Ville de Wladikawkase..	$-35,76$	$+38,76$	$+3,00$
6. Ville d'Ekaterinodar....	$-4,36$	$+2,36$	$-2,00$
7. Signal de Zoubow.....	$-1,06$	$+2,65$	$+1,59$
8. Ville de Petrowsk (côte).	$-18,56$	$+16,41$	$-2,15$

» La somme des déviations déterminées d'après les différences des latitudes pour les huit stations est 110″,13. La somme correspondante obtenue par le calcul des attractions est 115″,17. L'écart de 5″,04 entre ces deux valeurs forme à peu près $\frac{1}{20}$ du total. La valeur moyenne des différences de déviation, prise indépendamment des signes, est 1″,69 et peut être considérée comme comprise entre les limites des erreurs possibles. La déviation du fil à plomb augmente à partir d'une distance de 300^{km} jusqu'au pied de la grande chaîne du Caucase d'une manière continue et atteint à Wladikawkase la valeur de 35″,75 (d'après les latitudes). Cette déviation s'explique parfaitement par la seule attraction des montagnes; celles-ci ne paraissent présenter aucune inégalité de densité tant dans leur propre masse que dans les couches sous-jacentes.

» Pour la contrée située au sud de la chaîne, on a obtenu les données suivantes :

Localité.	Déviation d'après la différence des latitudes.	Déviation d'après l'attraction.	Différence.
Ville de Douschet.........	+18",29	−17",43	+0",86

» Les résultats, conformes à ceux qui ont été obtenus pour le versant septentrional, ont leur importance, parce que l'attraction s'exerce ici en sens inverse.

» L'amplitude suivant la latitude pour deux points situés aux pieds des versants nord et sud de la grande chaîne du Caucase et placés à peu près sur le même méridien (Wladikawkase et Douschet) est :

(1)

Amplitude astronomique..................	0°.56'.44",57
» géodésique.....................	0.55.50,52
Différence.........	0. 0.54,05

» La somme des déviations dues à l'attraction des masses de la chaîne pour les mêmes points est

(2) $$17'',43 + 38'',76 = 56'',19.$$

» La différence entre (2) et (1) est 2",14, résultat qui paraît suffisant.

» Dans la région située au sud de la chaîne ou Transcaucasie, la comparaison des latitudes géodésiques et astronomiques et l'attraction des massifs ont fourni les données suivantes :

	Déviation d'après la latitude obtenue d'après les différences en latitude.	Déviation d'après la latitude obtenue d'après l'attraction des montagnes.	
Tiflis............	− 7",56	− 2",41	=− 9",97
Elisabethpol......	− 32,75	+ 20,50	=− 12,25
Schemacha.......	− 23,21	− 16,43	=− 39,64
Bakou...........	+ 0,76	− 2,06	=− 1,30

» La seule attraction des montagnes ne suffit plus ici pour expliquer la déviation du fil à plomb; il faut prendre en considération d'autres causes perturbatrices, telles que l'inégale distribution des densités dans les masses environnantes, les cavités, etc. L'anomalie de la déviation croît d'une manière continue de l'Ouest à l'Est pour atteindre sa valeur maximum de 39",34 à Schemacha, où l'attraction des montagnes semblerait être remplacée par une répulsion. Ce fait pourrait s'expliquer par la présence au nord de Schemacha de masses de moindre densité ou de cavités, et cette supposition me paraît plus probable que l'admission de masses plus denses au sud de la ville. Cette localité est soumise à de fréquents tremblements de terre. Celui des 30 et 31 mai 1859 détruisit une grande partie de la ville.

» D'après les recherches du savant géologue Abich, la ville de Schemacha se trouve placée presque au centre de l'aire d'extension des tremblements de terre qui, dans cette région, se propagent ordinairement du Nord-Ouest au Sud-Est. Tiflis et Elisabethpol sont situés près des limites de cette aire. L'illustre savant qui a consacré tant de recherches à

l'étude des phénomènes volcaniques et aux formations géologiques du Caucase émet, dans son Mémoire relatif aux tremblements de terre de Schemacha et d'Erzeroum, l'opinion que l'explication la plus simple et la moins arbitraire de l'origine de ce phénomène serait à chercher dans la réaction des gaz et des vapeurs soumis à une forte pression au sein des cavités et des fissures souterraines.

» Pour expliquer la déviation anormale constatée à Tiflis, Elisabethpol et Schemacha, il faut admettre l'existence de vastes cavités au nord de ces localités, et la propagation des tremblements de terre de cette région du nord au sud vient étayer cette supposition au point de vue géologique.

» On peut inférer de ce qui précède que la chaîne du Caucase, malgré sa longueur et la grande élévation de ses sommets, ne contient pas dans ses couches profondes de masses à densité moindre, pareilles à celles qui ont été remarquées aux Indes (1).

» Les recherches du colonel Pechmann au Tyrol et celles de l'ingénieur Dentzler en Suisse conduisent aux mêmes conclusions....

» Malgré les travaux des géodésistes anglais et les recherches de M. Pratt, qui ont démontré qu'au sud de l'Himalaya l'attraction du massif et la déviation qui en résulte sont atténuées ou compensées par la présence de cavités ou de masses de moindre densité, il est permis de conclure, des exemples que je viens de citer, que la densité des couches profondes de l'écorce terrestre situées sous les massifs du Caucase et des Alpes n'est pas réduite au point de pouvoir compenser l'influence des masses soulevées sur la déviation du fil à plomb et l'accélération de la pesanteur. J'ajouterai toutefois qu'il y a bien quelques exceptions, ainsi que je l'ai indiqué pour certaines localités de Transcaucasie.

» Ainsi, les faits constatés pour l'Inde ne sauraient être étendus à toutes les chaînes de montagnes. Je remarquerai pourtant que la déviation du fil à plomb a été constatée quelquefois sur une étendue restreinte d'un pays parfaitement plat : comme exemple, je citerai les environs de Moscou.

» Les recherches méthodiques de M. le professeur Schweizer (*Untersuchungen über die in der Naehe von Moscau stattfindenden Localattractionen*, von G. Schweizer. Moskau, 1864), recherches basées sur la comparaison d'un grand nombre de coordonnées géodésiques avec les valeurs correspondantes obtenues par des procédés astronomiques, ont démontré la déviation anormale du fil à plomb et permis de préciser l'aire où ce phénomène se manifeste.

» Tout près de Moscou (lat. 56°), la cause perturbatrice est annulée, mais elle atteint son intensité maximum entre les latitudes 55°48′ et 55°39 (+ 7″,9 en latitude) pour diminuer ensuite rapidement. A partir de la lat. 55°36′, la différence des latitudes géodésique et astronomique acquiert un signe opposé au précédent et atteint un maximum de 9″,8. L'écart total de la normale équivaut ainsi à 17″,7 en latitude pour un arc du méridien de 13′,1 = 786″.

» Il est évident que la cause perturbatrice doit être placée entre les deux maxima opposés dans la zone à déviation nulle.

» M. Schweizer ajoute que tous les faits de déviation observés sur le méridien de Moscou

(1) Un extrait du Mémoire en langue allemande a paru dans les *Mélanges mathématiques et astronomiques* tirés du *Bulletin de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. II, livr. V, 1870.

peuvent s'expliquer en supposant une couche de terrain dirigée de l'est à l'ouest et ayant une densité deux fois moindre que l'écorce terrestre. Cette couche aurait ainsi une densité voisine de celle des lignites. Sa largeur ne devrait pas dépasser 30^{km}. Au nord et au sud de cette couche devraient s'étendre deux autres couches ayant une densité une fois et demie plus forte que celle de l'écorce terrestre et 34^{km} en largeur. L'épaisseur des couches serait de 482^{m}.

» Je passe à l'examen des corrections pour les longueurs du pendule à seconde déterminées à des niveaux différents.

» La première correction indique l'influence de l'altitude

$$l_0 = l\,1 + 2h$$

(la formule est empruntée au *Cours d'Astronomie de l'École Polytechnique* de M. Faye).

» Pour le pendule réduit au niveau de la mer et corrigé de l'attraction de la masse continentale, on a la formule

$$l_0 = l\left(1 + 2h - \frac{3}{4}h\right) = l\left(1 + \frac{5}{4}h\right).$$

» Relativement à cette formule, vous présentez, à la page 307 du *Cours d'Astronomie*, les objections suivantes : « Mais l'observation ne justifie nullement l'introduction de cette se-
» conde correction, c'est-à-dire du terme $-\frac{3}{4}h$. Voici comme exemple celles de Bouguer à
» l'équateur: »

Stations.	Altitude.	l observé.	l réduit par $(1+2h)l$.	l réduit par $(1+\frac{5}{4}h)l$.
	m	mm	mm	mm
Ile de l'Inca..........	78	990,911	990,935	990,926
Quito	2857	990,121	991,008	990,675
	Différence..........		+0,073	−0,251

» Dans le premier cas, la différence est à peu près de l'ordre des erreurs d'observation;
» dans le second, elle s'élève à $\frac{1}{4}$ de millimètre, ce qui est inadmissible. Les observations du
» pendule faites récemment par les officiers anglais, aux Indes et sur les hauts plateaux du
» continent asiatique, sont encore plus manifestement en désaccord avec cette seconde cor-
» rection : elle leur a donné partout des l_0 beaucoup trop petits, comme s'il y avait sous
» ces plateaux de grandes cavités vides de matière. »

» Cette objection serait juste et l'abandon de la seconde correction deviendrait nécessaire dans les cas suivants : 1° si la surface de niveau déterminée par le fil à plomb présentait une surface réellement ellipsoïdale sur toute l'étendue des continents et des mers, des centres aux côtes; 2° si les parties de l'écorce terrestre placées au-dessous des massifs continentaux contenaient des couches relativement moins denses que le reste de l'écorce terrestre.

» Les recherches théoriques de Stokes et de F. Fischer, le beau travail du Directeur de l'Observatoire de Leipzig, H. Bruhns, et plus anciennement M. Saigey ont démontré que la surface de l'Océan, en vertu de l'attraction exercée par les continents, ne conserve pas sa courbure ellipsoïdale régulière. Le relèvement du niveau de l'Océan près des côtes peut atteindre presque à 1000^{m}. Dans l'intérieur des continents, l'élévation de ce niveau serait encore plus forte, conformément aux masses considérables de ces continents.

» Un point quelconque situé à un niveau h au-dessus de la surface de l'Océan, près des côtes (¹), se trouverait donc à une distance du centre de la Terre non pas égale à $h + R$ (R est le rayon terrestre aboutissant à la surface de l'Océan près des côtes), mais à une distance plus considérable $h + R + x$, x étant l'excès du niveau de l'eau dans un canal conduit de l'Océan jusqu'au point considéré. La valeur de x dépend de l'attraction du continent. En nous bornant, dans le calcul de la correction pour la longueur du pendule, à la formule qui ne tient compte que de la hauteur, nous pourrons bien arriver à des résultats concordants, comme pour le cas précité de l'île de l'Inca et de Quito, mais la longueur du pendule obtenue pour ce dernier lieu ne donnera pas la mesure exacte de la pesanteur. En négligeant de faire entrer dans le calcul de la correction l'attraction du continent, nous ne faisons qu'examiner un cas idéal, où la longueur du pendule à seconde et ses variations acquièrent les valeurs qu'elles auraient sur un ellipsoïde typique (ayant, par exemple, les dimensions données par Bessel ou Listing). Dans ce cas seulement les longueurs du pendule à seconde présenteraient plus d'accord entre elles qu'elles ne pourraient en offrir sur la surface d'un géoïde limité par les niveaux déterminés par le potentiel de la Terre et des continents.

» Nous avons déterminé, le colonel Kuhlberg et moi, les longueurs du pendule à seconde au Caucase, en nous servant du pendule à réversion de Repsold suivant les procédés adoptés par M. Plantamour en Suisse.

» Ce genre de pendule a été employé par l'académicien Savitch pour les déterminations sur 12 points, lors des opérations pour la mesure de l'arc du méridien de Tornéo à Ismaïl.

» Les géodésistes anglais s'en sont servis dans l'Inde et à l'Observatoire de Kew. L'erreur qui provient des mouvements du support de cet instrument a été évaluée par le colonel Kuhlberg en comparant les oscillations du pendule en question avec celles du même pendule relié à un support fixe.

» Voici les résultats des observations exécutées à Tiflis par le colonel Kuhlberg et par moi.

Localités.	Latitude.	Longitude de Paris.	Altitude au-dessus du niveau maritime en mètres.	Longueur du pendule à seconde en lignes de la toise de Fortin, réduites au niveau de la mer — en se servant des trois termes pour la correction.	en se servant des 1er et 3e termes.
	° ′ ″	° ′ ″			
Wladikawkase......	43. 1.59	42.21.19	693,4	440,3279	440,3639
Mont Goudaour....	42.29.17	42.80.20	2247,2	440,2126	440,3290
Douschet..........	42. 4.49	42.21.32	846,1	440,2018	440,2458
Tiflis..............	41.41.31	42.27.26	470,6	440,2703	440,3019
Batoum...........	41.39.28	39.17.41	1,8	440,3172	440,3172
Elisabethpol.......	40.40.53	41. 1.13	305,1	440,2364	440,2586
Couvent de St-Jacob, sur le versant du grand Ararat.....	39.46.12	42. 1.39	1882,8	440,1613	440,2590

(¹) La hauteur peut se mesurer par les procédés de nivellement.

» L'idée admise par le savant général consiste en ceci : le *géoïde*, c'est-à-dire la surface de niveau des mers idéalement prolongée au-dessous des continents, diffère de l'ellipsoïde théorique non seulement par les ondulations qu'y produisent l'attraction des collines et des montagnes et celle des parties les plus denses qui se rencontrent çà et là dans l'écorce terrestre, mais aussi par les déformations dues à l'attraction des continents. Cette dernière peut surélever le niveau des mers ou la surface du géoïde à 1000^m, ou même plus, au-dessus de la surface de l'ellipsoïde théorique. De là des discordances considérables entre ces deux surfaces, tant pour la direction que pour l'intensité de la pesanteur.

» Mon opinion, au contraire, est que l'attraction des continents et le défaut d'attraction des océans en communication avec les pôles ne modifie pas la surface mathématique de la Terre, et que le niveau des mers ne se relève pas sensiblement sous l'influence des continents. Sauf les ondulations minimes et toutes locales dues aux saillies superficielles ou à des variations peu étendues de densité dans l'écorce terrestre, la surface du géoïde coïncide avec l'ellipsoïde théorique dont voici les éléments :

Aplatissement..... $\frac{1}{291,9}$. Demi-grand axe... $6\,378\,393^m$.

» Cette opinion est basée : 1° sur l'accord des mesures de degré avec les arcs correspondants de l'ellipsoïde; 2° sur la faiblesse des désaccords des nivellements ordinaires avec les nivellements géodésiques; 3° sur l'accord que présentent les mesures du pendule, en tous les lieux de la Terre, lorsqu'on les ramène au niveau de la mer, à l'équateur, avec l'aplatissement de $\frac{1}{291,9}$, sans leur appliquer de correction, soit pour l'attraction des continents, soit pour le défaut d'attraction des masses océaniques.

» Je ne saurais trouver d'exemple plus frappant de cette concordance que dans les mesures du pendule de M. Stebnitski lui-même, comparées soit entre elles, soit à celles qui ont été faites dans d'autres régions bien différentes. Je me borne à les ramener à l'équateur par la formule de Clairaut avec l'aplatissement $\frac{1}{291,9}$ (1).

---

(1) M. Peirce, en discutant les mesures du pendule sur le globe entier, vient d'obtenir, pour cet élément, $\frac{1}{291,5 \pm 0,9}$ [*Pendulum experiments* (*U. S. Coast survey*, 1882)].

Mesures faites en différents pays et à différentes altitudes, de 0^m à 4700^m :

	Latit.	Altit.	l' (à l'éq.).		Latit.	Altit.	l' (à l'éq.).
	°	m	mm		°	m	mm
Paris	49	72	990,99	Moré (Himalaya).	33	4700	990,96
Berlin..........	52	34	990,98	Calcutta........	23	0	990,96
Genève	46	407	990,97	Ile de l'Inca.....	90	78	990,94
New-York	41	10	991,00	Quito..........	90	2857	991,01
				Moyenne générale....			990,98

Mesures faites au Caucase :

	Latitude.	Altitude.	l' (à l'équateur).
	°	m	mm
Batoum.............	42	2	990,93
Mont Goudaour........	42	2247	990,88
Mont Ararat..........	40	1883	990,97
		Moyenne.......	990,93

» Cet accord ne subsisterait pas plus pour les mesures du Caucase que pour celles d'Amérique ou celles d'Asie, si l'on voulait tenir compte de l'attraction des massifs continentaux. On aurait alors :

	mm
Batoum....................	990,93
Mont Goudaour.............	990,62
Mont Ararat................	990,75

de même qu'au Pérou et en Asie, on trouverait des écarts inadmissibles, croissant proportionnellement avec l'altitude, allant à Moré à $\frac{1}{2}$ millimètre et à Goudaour à près de $\frac{1}{3}$ de millimètre.

» Ainsi il y a une compensation entre le relief de la masse émergée d'un continent et la minceur de l'écorce terrestre dans cette région, de même qu'entre la faible densité des océans et l'excès d'épaisseur de la croûte terrestre sous-jacente. Et cela n'est pas une pure hypothèse : j'ai fait voir que cette remarquable compensation tient au mode de refroidissement du globe terrestre, lequel va plus vite et plus profondément, depuis des millions d'années, sous les mers que sous les continents. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Etude sur les déformations et le développement de chaleur produits dans le forgeage par des pannes arrondies.* Note de **M. Tresca.**

« Dans nos Communications des 25 juin et 23 juillet 1883, nous avons fait ressortir la concordance qu'on observe, dans le forgeage d'une barre

de métal, entre les zones de plus grand glissement et de plus grand échauffement; mais la question n'avait pu être traitée que pour les pannes à arêtes vives, et nous venons aujourd'hui faire connaître les différences très caractéristiques qu'entraîne l'emploi de pannes arrondies.

» En parlant du poinçonnage obtenu avec des poinçons à surface convexe, nous avons fait voir déjà que l'amincissement des tranches horizontales avait surtout lieu dans le voisinage de cette surface, et nous devions en conséquence nous attendre à des effets de même ordre dans le mode de forgeage qui nous occupe aujourd'hui; mais il faut d'abord examiner, au point de vue de l'allongement de la pièce, l'introduction de longueur $-dh$ de la panne arrondie dans la barre sur laquelle elle agit.

» L'expérience et le raisonnement prouvent que, jusqu'à un certain enfoncement, la matière déplacée épousera exactement la forme de la panne, mais qu'elle s'en détachera au delà d'une limite déterminée, comme avec la panne à face plane. Pour s'en rendre compte, il suffit de considérer la demi-corde a qui se trouve dans le plan supérieur de la surface en cours de forgeage. La formule $-a\,dh = h\,dl$, qui exprime la conservation du volume total, pour un nouvel enfoncement $-dh$, ne sera applicable que si dl est plus grand que da, c'est-à-dire si la droite menée du centre de la barre à l'extrémité de la demi-corde a fait avec l'horizontale un angle au moins égal à celui que ferait, avec la même direction, la tangente au profil de la panne. Celle-ci se moulera exactement dans la masse déformée jusqu'à ce que cette circonstance se présente; un plus grand enfoncement donnera lieu à une rainure qui se détachera de la panne dans les mêmes conditions que si celle-ci avait une surface plane.

» La distance comprise entre les bords de la rainure sera, suivant les cas, a ou $a - \int a \frac{dh}{h}$, formule dans laquelle a varie avec chaque degré d'enfoncement, et qu'on pourra calculer graphiquement en remarquant que h est fonction de a. Nous verrons ultérieurement comment cette distance calculée se trouve vérifiée par des mesures directes.

» Si le profil de la panne est formé d'un arc de cercle, celui de la rainure se confondra avec cet arc jusqu'au moment où il sera prolongé par une sorte de logarithmique $x = a - \int a \frac{dh}{h}$. Les couches horizontales prendront des courbures analogues, mais elles seront d'autant plus déprimées dans le sens vertical qu'elles se trouvaient primitivement plus rapprochées des bords supérieur et inférieur de la pièce soumise au

forgeage ; c'est là que se produiront les plus grands glissements, et c'est là aussi que nous retrouverons les principales manifestations de la chaleur dégagée par le forgeage.

» *Vérifications expérimentales.* — Les vérifications expérimentales du forgeage avec pannes arrondies sont d'une réalisation assez difficile, par suite de l'instabilité qui résulte, lors du premier choc, de la position des deux génératrices qui sont seules en jeu dans le commencement de l'opération et du déversement que cette instabilité détermine souvent sur la barre.

» Cependant, voici quelques indications sur deux expériences parfaitement réussies, dans lesquelles des blocs de 80^{mm} de longueur et d'une section carrée de 40^{mm} de côté ont été allongés, sous l'action de pannes cylindriques de 10^{mm} et de 20^{mm} de diamètre. Toutes les déformations ont été réellement limitées à l'espace compris entre les verticales comprenant entre elles, à l'origine, les largeurs mêmes des pannes, et, dans cette zone, les déformations paraissent être, à première vue, de même ordre que celles qui ont été déjà signalées pour des pannes à arêtes vives.

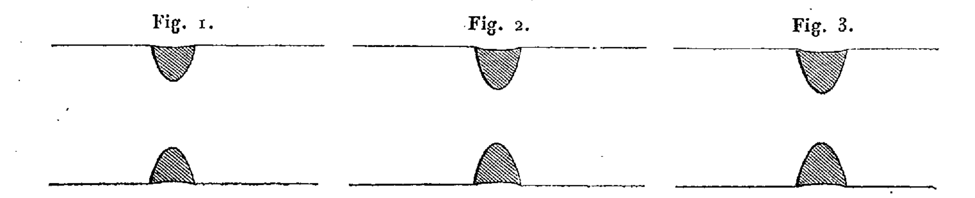
» Dans le premier échantillon, avec panne de 10^{mm} de diamètre, la cloison restant comprise entre les deux pannes a été réduite à $2h_1 = 18^{mm}$; dans la seconde, avec pannes d'un diamètre double, elle n'est plus que de 7^{mm}. On peut obtenir, dans chacun des cas, une première évaluation de l'allongement, en admettant que chacune des pannes a donné lieu à une rainure cylindrique ayant pour directrice un contour formé par la demi-circonférence de contact, prolongée par ses deux tangentes verticales.

» On trouverait ainsi que, dans l'hypothèse de la conservation du volume total, le premier bloc aurait dû être porté à la longueur de $84^{mm},99$, celle du second à 94,35. En réalité, l'expérience donne 87^{mm} et 99^{mm}, et les différences, toutes deux en excès, sont dues à l'élargissement dont nous avons précédemment indiqué la cause et le mode de calcul. Les pannes comprimant en chaque instant le fond de la rainure, ce sera dans cette zone surtout que nous devrons rechercher les traces du développement calorifique.

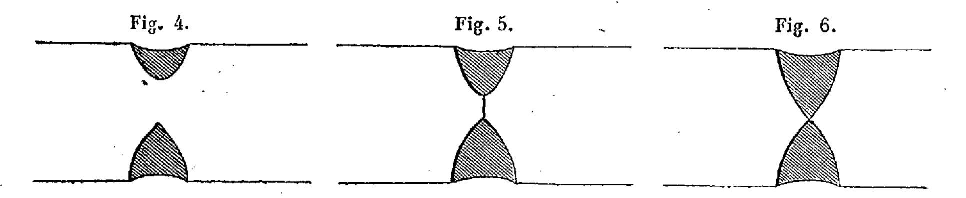
» *Développement de la chaleur.* — Lorsque l'intensité du choc est suffisamment grande, la forme de l'aire de fusion déterminée, comme il a été dit, par des pannes arrondies, ressemble beaucoup à celles que nous avons déjà décrites ; mais elles en diffèrent cependant en ce qu'elles sont plus étroites vers le milieu de la hauteur.

» Pour en étudier de plus près la formation, nous avons recherché avec soin les quantités de travail qui permettraient de nous faire assister à leur

développement successif, ainsi qu'on le voit par les figures suivantes, qu'il suffit d'examiner pour reconnaître que la fusion de la cire, au lieu de commencer sur les bords de la rainure, se manifeste tout d'abord, vers le milieu, sur de petites zones triangulaires qui augmentent de largeur et de


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

hauteur, lorsque le travail du choc devient plus grand. La *fig.* 6, en particulier, correspond à une charge limite qui se traduit par deux triangles de fusion, opposés par leur sommet commun; en deçà, les deux zones trian-


Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

gulaires restent séparées; au delà, elles s'élargiraient d'un rebord qui règnerait sur toute la hauteur de la barre et qui ramènerait l'aire de fusion à la forme ordinaire d'un X.

» Habitués que nous sommes maintenant à la connexité des deux phénomènes, quelle raison plus probante pourrions-nous chercher de l'amincissement plus rapide des couches superficielles sous l'action de la panne pendant le forgeage?

» *Calculs de rendement.* — Il était intéressant de rechercher, pour ce mode de déformation comme pour les autres ([1]), si la température acquise dans la zone de fusion représentait encore la majeure partie du travail du choc; le Tableau suivant ne laisse aucun doute à cet égard et l'on en conclurait volontiers que le rendement approximatif, calculé comme nous l'avons indiqué précédemment, conserve toujours un chiffre élevé, plus élevé peut-être que celui auquel donnait lieu, dans certains cas, l'emploi des pannes à arêtes vives.

([1]) Voir *Comptes rendus*, 1883, 2e semestre, page 225.

Fer. — Pannes arrondies. — Surfaces de fusion.

Travail du mouton.	Aire de fusion.	Largeur de la barre.	Volume calculé.	Excès de la température.	Produit.	Travail recueilli en chaleur.	Rendement.	Forme de l'aire de fusion.
kgm	cq	c	cc	o				
20,00.	0,60	1,5	0,90	50	45,00	15,79	0,79	quadrilatères à faces concaves.
22,50.	0,75	1,5	1,12	50	56,00	19,65	0,87	
25....	0,70	1,5	1,05	50	52,50	18,44	0,74	
27,50.	0,75	1,5	1,12	50	56,00	19,65	0,71	
30....	0,85	1,5	1,27	50	63,50	22,29	0,74	
35....	0,80	1,5	1,20	50	60,00	21,06	0,60	2 triangles.
35....	0,70	1,4	0,98	52	50,96	17,88	0,51	q. à f. concav.
40....	0,85	1,5	1,27	50	63,50	22,28	0,56	Id.
60,75.	1,20	1,5	1,80	55	99,00	34,75	0,57	3 fig. ident.
75....	1,00	2,4	2,40	52	124,80	43,80	0,58	2 triangles.
80....	1,40	2,4	3,36	52	174,72	61,33	0,78	I. avec empat.
90....	1,70	2,5	4,25	52	221,00	77,57	0,86	2 triangles.
100....	1,95	2,5	4,88	52	253,76	89,07	0,89	2 triangles.
110....	2,20	2,5	5,50	52	286,00	100,99	0,91	2 triangles.

Cuivre. — Pannes arrondies. — Surfaces de fusion.

Travail du mouton.	Aire de fusion.	Largeur de la barre.	Volume calculé.	Excès de la température.	Produit.	Travail recueilli en chaleur.	Rendement.	Forme de l'aire de fusion.
kgm				o				
60....	0,85	2,0	1,70	48	81,60	28,64	0,47	X plein.
60....	0,97	2,0	1,94	48	93,12	32,59	0,54	X incliné.
60....	1,05	2,0	2,10	48	100,80	35,38	0,59	X plein.
70....	1,15	2,0	2,30	48	110,40	38,75	0,55	Id.
70....	1,25	2,0	2,50	48	120,00	42,12	0,60	Id.
75....	1,10	2,0	2,20	48	105,60	37,07	0,49	Id.

» Le cuivre, par suite de sa conductibilité, donne lieu à des résultats notablement plus faibles que le fer.

» D'un autre côté, nous voyons le rendement apparent diminuer notablement lorsque les surfaces de fusion sont plus limitées, comme dans les expériences dont les figures ont été reproduites ci-dessus et dans lesquelles l'énergie des actions a été à dessein très ménagée.

Travail du mouton.	Aire de fusion.	Largeur de la barre.	Volume calculé.	Excès de la température.	Produit.	Travail recueilli en chaleur.	Rendement.	Forme de l'aire de fusion.
kgm 20,75.	0,40	c 1,8	0,72	48°	34,56	12,2	0,59	*fig.* 1
30,75.	0,55	1,8	0,99	48	47,52	16,67	0,54	*fig.* 2
40,75.	0,60	1,8	1,08	48	51,84	18,18	0,47	*fig.* 3
50,75.	0,80	1,8	1,44	48	69,12	24,24	0,48	*fig.* 4
60,75.	0,90	1,8	1,62	48	78,76	27,62	0,45	*fig.* 5
70,00.	1,15	1,8	2,07	48	99,36	34,85	0,50	*fig.* 6

» Aucun doute ne subsiste plus sur l'équivalence absolue du travail et de la chaleur; il faut donc attribuer à la conductibilité l'amoindrissement que constatent les résultats précédents, et ce n'est peut-être pas s'écarter outre mesure des faits en admettant que l'on passerait insensiblement de la disposition de la *fig.* 1 à la disposition de la *fig.* 6 si l'on pouvait représenter successivement les aires de fusion des différentes sections longitudinales, comprises entre la surface latérale et la section centrale de la barre.

» *Conclusions.* — Les faits qui viennent d'être indiqués corroborent, avec quelques variantes, les conclusions énoncées précédemment, et nous pouvons nous résumer en regardant pour démontré que :

» 1° Dans le forgeage par pannes arrondies, toutes les déformations sont concentrées dans la zone centrale; l'allongement total résulte exclusivement de l'allongement de cette zone;

» 2° Les horizontales et les verticales de cette zone prennent les unes et les autres des formes sinusoïdes, telles qu'elles se raccordent avec leurs prolongements au dehors, et comprennent en même temps des aires respectivement égales à celles du quadrillage primitif;

» 3° Les points de plus grand glissement et de plus grand développement de chaleur sont ceux que refoulent directement les pannes;

» 4° Les formes triangulaires des aires partielles de fusion ne laissent aucun doute sur le lieu du développement calorifique maximum;

» 5° Enfin, et dans tous les cas, le phénomène de réchauffement est essentiellement local et correspond, point pour point, à celui du glissement relatif. Le travail de glissement, en ce qui concerne la pièce forgée, doit être la mesure exacte de la chaleur développée, le mécanisme de la transformation étant ainsi saisi sur le fait, sans laisser aucune prise ni au doute, ni à la possibilité d'aucune transformation intermédiaire. »

MÉDECINE. — *Observation relative à un passage de la Communication récente de M.* V. Burq, *sur l'emploi du cuivre comme préservatif contre le choléra.* Lettre de M. **Vulpian** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Trouville-sur-Mer, le 19 août 1883.

» M. V. Burq a communiqué à l'Académie des Sciences, dans la séance de lundi dernier, un travail dans lequel je lis cette phrase (*Comptes rendus*, 13 août 1883, p. 483) : « En ce moment même, d'après ce qu'aurait dit » M. le professeur Vulpian, à Mékong, dans le delta du Gange et en » Égypte, les officiers français et anglais se préservent par le cuivre. »

» M. V. Burq a puisé sans doute cette information dans un journal politique qui m'a attribué, par erreur, une partie de l'article consacré par un de ses rédacteurs à l'étude des moyens de se préserver du choléra. C'est ce rédacteur qui m'a fait connaître ce qu'on lui avait dit de certaines pratiques préventives, mises en usage en Cochinchine, dans l'Inde et en Égypte : quant à moi, je n'en avais jamais entendu parler auparavant.

» Je ne veux prendre aucune responsabilité, en ce qui concerne l'utilité du cuivre dans le traitement préservatif du choléra. Cette utilité me paraît bien douteuse : si le cuivre avait une efficacité réelle, il est probable qu'elle aurait été mise en évidence depuis longtemps, dans tous les pays où le choléra a sévi et surtout dans les parties de l'Inde où cette maladie est endémique.

» Je ne vois cependant aucun inconvénient à ce qu'on fasse, *avec sagesse*, des essais de traitement préventif à l'aide du cuivre, à la condition toutefois qu'on ne se laisse pas entraîner, par une confiance trop grande dans un moyen probablement chimérique, à laisser de côté les prescriptions hygiéniques qui doivent tenir le premier rang, pour le moment, dans la prophylaxie du choléra. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* [1]. Note de M. **Lecoq de Boisbaudran**.

« *Séparation d'avec le tungstène.* — Les divers composés du tungstène sont d'abord ramenés à l'état de tungstate ammoniacal ou alcalin, transformation facile à réaliser.

» Le mélange de tungstate et de combinaisons galliques est additionné d'un notable excès d'acide chlorhydrique et évaporé *à chaud* jusqu'à

---

[1] *Comptes rendus*, juillet 1883, p. 295.

presque dessiccation. Pendant cette opération, l'acide tungstique blanc se déshydrate partiellement et devient jaune. On ajoute alors un peu d'eau et l'on évapore de nouveau, sans dessécher cependant tout à fait la masse sur laquelle est enfin versée une assez forte quantité d'eau très faiblement acidulée par HCl; on chauffe légèrement et l'on filtre.

» La liqueur claire, exempte d'acide tungstique, renferme le gallium. Quant au précipité, il ne retient que des traces de gallium, qui se retirent aisément en reprenant par l'ammoniaque et évaporant une seconde fois en présence d'un excès d'acide chlorhydrique, suivant la marche ci-dessus indiquée.

» *Séparation d'avec l'acide phosphorique.* — J'ai étudié les trois procédés suivants, qui donnent de bons résultats :

» 1° Dans une liqueur contenant un quart à un tiers de son volume d'acide chlorhydrique concentré, le prussiate jaune de potasse précipite le gallium, tandis que l'acide phosphorique reste dissous.

» Le précipité de cyanoferrure de gallium doit être soigneusement lavé à l'eau, fortement chargée d'acide chlorhydrique, si l'on veut qu'il ne retienne aucune trace d'acide phosphorique.

» 2° On additionne la solution d'environ un tiers de son volume d'acide nitrique concentré et l'on y précipite l'acide phosphorique, au moyen du molybdate d'ammoniaque, en opérant d'ailleurs comme on le fait d'ordinaire pour ce mode de dosage de l'acide phosphorique.

» La séparation du gallium et du molybdène contenus dans le liquide filtré s'obtient par les méthodes décrites dans une de mes précédentes Communications (*Comptes rendus*, juillet 1883, p. 142).

» 3° La recherche de petites quantités de gallium disséminées dans de grandes masses de phosphates s'effectue très bien en ajoutant à la liqueur chlorhydrique, légèrement acide, un excès d'acétate acide d'ammoniaque, une certaine quantité d'acide arsénieux dissous dans l'eau et traitant le tout par un courant d'hydrogène sulfuré.

» Le sulfure d'arsenic, qui dans ces conditions a entraîné le gallium, est d'abord bien lavé avec de l'eau contenant un peu d'acétate acide d'ammoniaque et d'hydrogène sulfuré, puis repris par de l'eau régale renfermant un grand excès d'acide chlorhydrique. Après destruction de l'acide azotique par longue ébullition et réduction de l'acide arsénique au moyen de gaz sulfureux, on fait passer dans la solution chlorhydrique très acide un courant d'hydrogène sulfuré. Cette fois, il se précipite du sulfure d'arsenic exempt de gallium. Ce dernier métal se retrouve dans la liqueur filtrée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Moura** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur l'anche vocale de l'homme.

(Renvoi au Concours du prix de Physiologie.)

M. **Swiecicki** adresse une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Président du Comité** formé pour l'érection d'un monument à la mémoire de Daguerre, dont l'inauguration aura lieu le dimanche 26 août, à 2 heures, à Cormeilles-en-Parisis, prie MM. les Membres de l'Académie qui se sont intéressés à ses travaux de vouloir bien honorer cette cérémonie de leur présence.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une réimpression de la « Théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques, uniquement déduite de l'expérience, par *André-Marie Ampère* ».

» Cette réimpression vient d'être effectuée par la librairie A. Hermann.

THERMODYNAMIQUE. — *Recherches expérimentales sur les moteurs à gaz tonnant.* Note de M. A. **Witz**, présentée par M. Desains.

« Après avoir, dans une première Communication, établi la valeur relative des divers systèmes de moteurs à gaz tonnant par l'étude de leur cycle théorique, je me propose aujourd'hui d'analyser le jeu réel de ces machines.

» Le cycle pratique diffère du cycle théorique par ce qui suit : la détonation n'est pas instantanée et partant l'échauffement des gaz ne s'effectue pas à volume constant; l'expansion ne se fait pas suivant une adiabatique, et la courbe de détente reste au-dessus de la courbe théorique définie par l'équation $pv^\gamma = \text{const.}$, dans laquelle on devrait faire γ au plus égal à $1,37$; d'autre part, les pressions et les températures des produits de la combustion sont notablement moindres que ne l'indique le calcul. Il résulte de ces imperfections du cycle un abaissement dans le rendement que les ingénieurs chercheraient en vain à corriger si les physiciens n'en découvraient d'abord la cause.

» Or, deux théories se sont partagé la faveur des savants : d'après les uns, le calorique ne serait développé que progressivement dans la détonation du mélange gazeux, au fur et à mesure de la combinaison d'une fraction dissociée; les autres prétendent, au contraire, tout expliquer par une combustion lente (*slow combustion, Explosion mit Nachbrennen*) occasionnée par la présence des gaz étrangers à la réaction.

» Il semble que l'expérience seule puisse trancher les difficultés soulevées par ce débat.

» J'ai donc cherché à reproduire artificiellement, pour ainsi dire, les phénomènes dont la série constitue le cycle réel des moteurs à gaz, en les faisant varier à mon gré. A cet effet, j'ai opéré dans le cylindre de fonte dont je m'étais servi précédemment pour étudier le refroidissement des gaz et des vapeurs : une double enveloppe, à circulation de vapeur ou d'eau, maintenait à point voulu la température des parois de cette enceinte, dont l'effet thermique sur les gaz qu'elle renferme m'est parfaitement connu. Le mélange explosif était enflammé à l'aide de l'étincelle d'une forte bobine d'induction; un piston de 200^{mm} de diamètre, dont le mouvement pouvait être accéléré par un contre-poids ou ralenti par un frein, permettait de faire détendre les produits de la combustion à toutes vitesses comprises entre 10^{m} et $0^{m},25$ par seconde. Un indicateur Richard, monté sur le cylindre et commandé par la tête du piston, traçait la courbe des pressions des gaz en fonction des volumes qu'ils occupaient; enfin, un diapason battant le $\frac{1}{128}$ de seconde marquait les temps. En relevant les courbes de l'indicateur et en évaluant leur aire, il devenait possible de connaître toutes les circonstances caractéristiques d'une explosion et de calculer le travail effectué pour une dépense de gaz connue, dans des conditions quelconques.

» L'emploi des grandes détentes présentait un double et précieux avantage, que je dois signaler ici, celui de limiter les températures et de réduire les pressions développées dans l'explosion : en limitant les températures, j'écartais les effets de dissociation, qui ne se produisent qu'au-dessus de 1800° pour l'acide carbonique et 3000° pour la vapeur d'eau, d'après MM. Mallard et Le Châtelier; en réduisant et graduant les pressions, j'évitais les lancés et les mouvements oscillatoires qu'on ne réussit ordinairement à supprimer qu'en étranglant les conduites, au préjudice de la rapidité et de l'exactitude des indications.

» Le degré de détente étant connu, il est facile, à l'aide des formules $\frac{pv}{T} = \text{const.}$ et $pv^{\gamma} = \text{const.}$, de passer des températures et des pressions

observées aux températures et aux pressions qui seraient développées dans une enceinte de volume invariable, sous la seule action refroidissante de la paroi; voici, par exemple, l'ensemble des résultats observés et calculés dans la détonation de 1 volume d'oxyde de carbone saturé de vapeur d'eau mélangé avec 2675 volumes d'air à 15°C :

Temps................	Avant la détonation.	0^s	$0^s,016$	$0^s,032$	$0^s,048$	$0^s,064$	$0^s,080$	$0^s,096$
Pressions observées.......	$1^{kg},033$	$1^{kg},7$	$1^{kg},6$	$1^{kg},45$	$1^{kg},32$	$1^{kg},24$	$1^{kg},18$	$1^{kg},10$
Temp. absolues observées..	288°	474°	687°	941°	1161°	1228°	1308°	1350°
Pressions calculées........	»	$1^{kg},7$	$2^{kg},81$	$4^{kg},58$	$5^{kg},88$	$6^{kg},46$	$7^{kg},11$	$7^{kg},56$
Temp. absolues calculées...	»	474°	784°	1278°	1640°	1802°	1984°	2109°

» Si nous adoptons pour les chaleurs spécifiques des gaz les valeurs maxima indiquées par MM. Mallard et Le Châtelier, nous pouvons calculer la température maximum d'explosion du mélange proposé ci-dessus et déduire de ce Tableau les chutes de température et de pression dues à l'action refroidissante de la paroi : j'ai été amené de la sorte à représenter la vitesse de refroidissement des gaz pour un excès ε par la formule

$$-\frac{d\varepsilon}{dt} = v = \frac{S}{V} 0,02357 \varepsilon^{1,208+0,00055\varepsilon}.$$

» De nombreuses expériences ont été faites sur des mélanges explosifs de qualité et de teneur diverses. Voici les conclusions auxquelles je suis amené dès à présent :

» 1° Le relèvement des courbes de détente est dû à une combustion graduelle du mélange tonnant; cette combustion est d'autant plus lente que la détente est plus rapide; elle subit donc l'influence d'une action de paroi.

Mélange de 1^{vol} *de gaz d'éclairage avec* $6^{vol},35$ *d'air.*

Vitesse de détente $\frac{dl}{dt}$.	Pression maximum.	Durée de la combustion.
$4^m,30$	$7^{kg},39$	$0^s,045$
$1^m,7$	$6^{kg},75$	$0^s,148$

» 2° Le mode de combustion et par suite la forme de la courbe de détente sont influencés par la température de l'enceinte;

» 3° Un excès de gaz étranger à la réaction tend non seulement à ralentir la combustion, mais cette combustion reste incomplète et cet effet est d'autant plus marqué que le mélange est plus pauvre;

» 4° L'utilisation croît avec la vitesse de la détente.

Mélange de 1^{vol} *de gaz d'éclairage avec* $6^{vol},35$ *d'air.* (Volume du mélange, $2^{lit},081$.)

Vitesse de détente.	Travail.	Utilisation pour 100.
$4^{m},8$	$57^{kgm},0$	8,2
$1^{m},7$	$17^{kgm},6$	2,6

» 5° L'utilisation croît avec la température de la paroi de l'enceinte.

Mélange de 1^{vol} *d'oxyde de carbone avec* $2^{vol},675$ *d'air.* (Volume du mélange, $3^{lit},096$.)

Température.	Travail.	Utilisation pour 100.
15°	$20^{kgm},2$	3,0
64°	$22^{kgm},1$	3,8

» 6° Les pressions et les températures maxima varient en sens inverse de $\frac{S}{V}$, rapport de la surface de la paroi au volume de l'espace primitivement occupé par le mélange. Or j'avais démontré précédemment (¹) que la vitesse de refroidissement est proportionnelle à $\frac{S}{V}$, et M. Vieille a constaté depuis lors l'influence du refroidissement sur la valeur des pressions développées en vase clos, influence qui est proportionnelle à ce même rapport $\frac{S}{V}$.

» Il ressort de ces expériences que l'action de paroi domine tous ces phénomènes. C'est donc le refroidissement qui déforme surtout le cycle et abaisse le rendement des moteurs à gaz tonnant. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'iodure d'azote; sur les radiomètres chimiques ou photomètres à iodure d'azote; sur la préparation, à froid, de l'azote, de l'iodure d'ammonium et de l'iodate d'ammoniaque, sous l'influence de la lumière, et sur l'iodure double de cuivre et d'azote.* Note de M. **Antony Guyard.** (Extrait) (²).

« *Intangibilité lumineuse de l'iodure d'azote.* — L'iodure d'azote placé dans l'eau, ou mieux encore dans l'ammoniaque aqueuse, est aussi sensible

(¹) *Thèse inaugurale*, 28 novembre 1878, et *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XV, p. 497 et suivantes.

(²) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

aux vibrations lumineuses qu'aux vibrations calorifiques et sonores et qu'au contact d'un corps étranger. Sous l'influence de la lumière, l'iodure d'azote se détruit rapidement avec *effervescence* de gaz azote pur, en même temps qu'il se forme de l'iodure d'ammonium et un peu d'iodate d'ammoniaque. Au sein de l'eau, la décomposition se produit tranquillement d'abord, et se termine généralement par une violente explosion; dans l'ammoniaque, au contraire, la décomposition, quelque énergique qu'elle soit, se fait tranquillement jusqu'à disparition complète de l'iodure.

» L'iodure d'azote est aussi sensible à la lumière diffuse qu'à la lumière directe; la rapidité de sa décomposition est proportionnelle à l'intensité lumineuse.

» La décomposition de l'iodure d'azote se fait tout aussi bien à la température ordinaire que dans un rapide courant d'eau à 10°, 5° ou 1°. Le spectre calorifique n'a aucune action sur la décomposition, qui est due uniquement à la lumière, mais le spectre coloré agit puissamment : le maximum d'intensité de décomposition se trouve dans le jaune et le minimum dans le violet.

» *Phénomènes chimiques de la décomposition lumineuse de l'iodure d'azote.* — Quand l'iodure d'azote a pour formule AzH^2I, il se décompose intégralement dans l'eau, sans faire explosion, sous l'influence lumineuse, suivant l'équation $2(AzH^2I) = AzH^4I^2 + Az$, qui est absolument conforme aux faits observés. Le plus souvent, l'iodure d'azote n'a pas cette formule; mais il renferme des quantités plus ou moins considérables de ce corps, de sorte que l'iodure d'azote se décompose toujours partiellement suivant l'équation précédente, puis fait explosion quand le corps AzH^3I est détruit. La décomposition dans l'ammoniaque s'explique facilement à l'aide de toutes les formules de l'iodure d'azote. Avec la formule $AzHI^2$, qui est typique, on obtient l'équation suivante :

$$5(AzHI^2) + 12(AzH^3) = 10\,AzH^4I + 7\,Az,$$

qui est conforme à l'expérience. Les corps de même formule dégagent plus d'azote au sein de l'ammoniaque qu'au sein de l'eau. Dans l'eau, c'est toujours du biiodure d'ammonium qui se forme; dans l'ammoniaque, c'est de l'iodure d'ammonium.

» *Des radiomètres chimiques, ou photomètres à iodure d'azote.* — Je propose d'appliquer la sensibilité photochimique de l'iodure d'azote, placé dans l'ammoniaque aqueuse, à la photométrie et à la détermination de l'équivalent chimique de la lumière et de son équivalent mécanique. Tout instrument transparent, renfermant de l'iodure d'azote et de l'ammo-

niaque, et à l'aide duquel on peut peser ou mesurer le gaz azote dégagé pendant la réaction lumineuse, est un radiomètre ou photomètre chimique. Pour la pratique, je recommande un instrument ayant la forme d'un matras d'essayeur, dont le col, hermétiquement fermé par un bouchon à l'émeri, est divisé en centimètres cubes et en dixièmes. Ce col porte, comme la burette de Gay-Lussac, un tube extérieur latéral, portant un ajutage fermé par un caoutchouc et une pince à sa partie inférieure ([1]). Pour se servir de cet instrument, on introduit dans le matras $1^{gr},27$ d'iode, on remplit complètement d'ammoniaque à 22°, on bouche hermétiquement en excluant toute bulle d'air et l'on expose le tout à la lumière.

» L'azote s'accumule peu à peu dans le col de l'instrument, véritable burette à lumière; pour faire la lecture, on vide le tube latéral jusqu'à ce que le niveau soit le même dans le tube et dans la burette. $1^{gr},27$ d'iode dégage $33^{cc},5$ d'azote. Des essais quantitatifs ont montré que la réaction finale est la même, soit qu'on emploie l'iode ou l'iodure d'azote, soit qu'on donne à l'iodure d'azote le temps de se former ou qu'on expose directement l'iode et l'ammoniaque à la lumière. La réaction a lieu suivant la formule approximative

$$13\,AzH^3 + 10\,I = 10\,(AzH^4I) + 3\,Az.$$

» *Préparation de l'azote, de l'iodure d'ammonium et de l'iodate d'ammoniaque, sous l'influence de la lumière.* — Cette préparation, qui est une des expériences de cours les plus intéressantes qu'on puisse imaginer, suivant que l'appareil à iodure d'azote est maintenu dans l'obscurité ou qu'on y fait tomber le faisceau lumineux d'une lampe électrique, peut recevoir une application immédiate pour la préparation de l'iodure d'ammonium et de l'iodate d'ammoniaque. On mélange de l'iode à un excès d'ammoniaque, et on expose à la lumière : quand tout l'iode a disparu, on distille ou l'on évapore pour recueillir ou chasser l'excès d'ammoniaque; on fait cristalliser l'iodure d'ammonium, et l'on trouve l'iodate dans les eaux mères.

» *Préparation de l'iodure d'azote.* — Quand on mêle de l'iode et de l'ammoniaque aqueuse, l'iode se partage en deux parties égales : l'une forme de l'iodure d'ammonium, l'autre de l'iodure d'azote

$$3\,AzH^3 + 4\,I = 2\,AzH^4I + AzHI^2 \text{ (Odling-Guyard)},$$
$$5\,AzH^3 + I^6 = 3\,AzH^4I + Az^2H^3I^3 \text{ (Bunsen)}.$$

([1]) Cet instrument se trouve chez MM. Alvergniat frères, à Paris.

Ensuite, sous l'influence de la lumière et en présence d'un excès d'ammoniaque, il se forme encore de l'iodure d'ammonium et il se dégage de l'azote. Il se passe donc deux phénomènes bien distincts : un phénomène purement chimique, puis un phénomène photochimique. De nombreuses expériences ont montré que les choses se passent surtout comme l'indique l'équation d'Odling. Il résulte aussi de ces expériences que, quand on emploie un excès d'iode, relativement à l'ammoniaque, l'iodure d'ammonium formé se transforme en biiodure aux dépens de l'iodure d'azote, et que l'iodure d'azote formé se rapproche de la formule AzH^2I. Avec des quantités convenables d'iode et d'ammoniaque, les corps formés se rapprochent de la formule $AzHI^2$; avec un excès d'ammoniaque, il se forme un peu plus d'iodate d'ammoniaque. De plus, les iodures d'azote de formule $AzHI^2$ ne sont que fort peu altérés par des lavages à l'eau pure. Enfin, l'ammoniaque forme de l'iodure d'azote avec le second équivalent d'iode du biiodure d'ammonium. Ces faits expliquent les phénomènes observés dans la préparation de l'iodure d'azote.

» En opérant dans les conditions normales, et en représentant par $x(AzH^4O)$ l'excès d'ammoniaque qu'il faut toujours employer pour préparer convenablement l'iodure d'azote, la formule la plus simple qu'on puisse donner pour se conformer aux faits observés est la suivante :

$$x(AzH^4O) + 233(AzH^4O) + I^{303}$$
$$= AzH^4OIO^5 + 154(AzH^4I) + \underbrace{10(Az^8H^9I^{15})}_{\text{Iodure d'azote.}} + 227HO + x(AzH^4O).$$

» La formule $Az^8H^9I^{15}$, qui se rapporte à de l'iodure d'azote lavé, n'est pas très éloignée de la formule $Az^8H^8I^{16} = 8(AzHI^2)$ que possède l'iodure non lavé, tel qu'il existe dans le milieu où il a pris naissance. Avec un excès d'ammoniaque représenté par $2x(AzH^4O)$, il se forme à peu près deux fois plus d'iodate d'ammoniaque; la formule de l'iodure d'azote se complique aussi, mais il renferme surtout un corps de formule $Az^3H^3I^5$, qui ne s'éloigne pas beaucoup du corps $Az^3H^3I^6 = 3(AzHI^2)$ que je considère comme l'iodure typique résultant du mélange d'ammoniaque et d'iode.

» J'estime que toutes les formules données par les expérimentateurs sont exactes, mais se rapportent à des corps préparés dans des conditions différentes et lavés à l'eau ou à l'ammoniaque.

» *Propriétés de l'iodure d'azote.* — Tous les iodures d'azote sont intangibles à la lumière en présence d'eau ou d'ammoniaque aqueuse. Tous ceux que j'ai préparés par l'action de l'iode sur l'ammoniaque aqueuse se décom-

posent avec effervescence d'abord, puis avec une violente explosion quand on les traite par de l'acide sulfurique, de l'acide chlorhydrique ou de l'acide sulfureux, même très dilués. Tous les iodures d'azote sont dissous sans décomposition par l'hyposulfite de soude, avec formation d'iodure de sodium, d'ammoniaque libre et de sulfate d'ammoniaque. L'ammoniaque libre est celle qui entre dans la constitution de l'iodure d'azote; l'ammoniaque du sulfate provient de l'azote existant à l'état de triiodamine dans l'iodure d'azote. Dans mon Mémoire, je développe l'équation de cette réaction qui m'a servi à analyser l'iodure d'azote.

» L'iodure d'azote est en partie décomposé par l'iodure de potassium, à l'abri de la lumière, avec formation de biiodure de potassium; le biiodure ainsi formé ne renferme pas trace d'ammoniaque, et il reste un iodure d'azote insoluble dans l'iodure alcalin. $AzHI^2$ perd un équivalent, ou une partie de cet équivalent d'iode, pour former un nouvel iodure. Sous l'influence de la lumière, au contraire, l'iodure d'azote est complètement décomposé par l'iodure de potassium, et la liqueur renferme de l'iodure d'ammonium. Voilà des réactions bien tranchées, qui seraient inexplicables si l'on ignorait le rôle que joue la lumière.

» Le cyanure de potassium dissout l'iodure d'azote avec dégagement d'azote, même à l'abri de l'action de la lumière.

» *Iodure double de cuivre et d'azote.* — L'iodure d'azote prend naissance toutes les fois qu'on traite un biiodure soluble, en solution un peu concentrée, par une solution un peu concentrée d'ammoniaque : le corps a la propriété de se combiner au biiodure de cuivre, pour former un corps en petits cristaux grenat violacés, qui est l'iodure double de cuivre et d'azote. La formule de ce corps, qui a été analysé, est la suivante : $Cu^2 I^2 Az^2 H^4 I^2$. Le corps se prépare très facilement en traitant une eau céleste en solution ammoniacale d'un sel de cuivre par du biiodure de potassium. Au bout de quelques minutes, il se dépose une masse cristalline grenat, brillante, qui est l'iodure double.

» Ce corps, après dessiccation, est très stable, et cependant il renferme deux des corps les plus instables de la Chimie, le biiodure de cuivre et l'iodure d'azote. Il est totalement décomposé par le lavage à l'eau, avec formation de biiodure d'ammonium et d'un oxyiodure de cuivre, couleur bronze, dont la formule est $Cu^2 O^4 I$. La propriété caractéristique de cet oxyiodure est de se décomposer sous l'influence de la chaleur, en oxyde de cuivre noir, en iode et oxygène.

» L'iodure double de cuivre et d'azote est décomposé par l'ammoniaque

aqueuse : il se forme une dissolution ammoniacale bleue de biiodure de cuivre, et il reste un résidu explosif d'iodure d'azote ne renfermant pas de cuivre.

» Quand on chauffe légèrement l'iodure double, on obtient un résidu de sous-iodure de cuivre blanc, parfaitement pur; il se dégage de l'iode et les produits de la décomposition de l'iodure d'azote. Quand on le distille à sec, on obtient du sous-iodure de cuivre et d'abondantes vapeurs brunes, violettes et ammoniacales. Les vapeurs brunes se condensent en un produit noir, décomposable par l'eau avec formation d'un iodure d'azote noir cristallisé, tout à fait semblable à l'iode, mais qui se distingue de tous les autres iodures d'azote, parce qu'il se dissout *avec effervescence* dans une solution de potasse ou de soude. Il se dégage de l'azote ou de l'hydrogène, et il se forme beaucoup d'ammoniaque.

» Il existe un autre iodure de cuivre et d'azote, qui se forme quand on traite le réactif de Schweitzer, préparé par le procédé de M. Peligot, par le biiodure de potassium. Cet iodure double n'est pas grenat, mais noir; il n'a pas été analysé. Il est cristallisé comme l'iodure grenat et possède toutes ses propriétés générales ; il est détruit par des lavages à l'eau, mais le résidu cuivreux est explosif. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Note pour servir à l'histoire de la formation de la houille.* Note de M. **B. Renault**, présentée par M. P. Duchartre.

« Lorsqu'on réduit en lames minces et transparentes des fragments de houille pris au hasard, on ne distingue généralement dans les préparations aucune trace d'organisation végétale; parfois seulement quelques débris de trachéides rayées et ponctuées, quelques groupes peu importants de cellules diverses apparaissent au milieu du charbon devenu jaune brun en laissant tamiser la lumière.

» Il n'en est plus de même si l'on opère sur des fragments choisis à la loupe et présentant à leur surface, sous un éclairage convenable, des indices d'organisation; l'intérieur peut alors être soumis utilement à l'examen microscopique.

» La houille offrant ce caractère extérieur favorable se trouve assez fréquemment sous forme de rognons dans les parties un peu argileuses du combustible exploité ou même constitue des bancs d'une notable épaisseur dont les feuillets montrent à la surface, soit des empreintes variées de feuilles, soit des cicatrices corticales de Sigillaires, Lépidodendrons, etc.

» J'ai signalé autrefois (¹) la structure conservée de certains fragments de jayet trouvés dans les schistes de Polroy, près Autun, et celle de feuilles de *Cordaites* de Saint-Étienne; depuis lors, sur l'invitation de M. Fayol, l'habile directeur des houillères de Commentry, j'ai examiné de nombreux fragments de houille recueillis, soit au milieu même des couches exploitées, soit autour du moule interne de troncs variés, et dans presque tous les cas j'ai rencontré une structure conservée.

» Dans cette première Note, il ne sera question que de quelques-uns de ces troncs dont le nombre *dépasse* deux cents et qui tous ont été relevés et cotés avec soin par M. Fayol.

» Les uns sont couchés horizontalement ou inclinés, les autres son debout, tous possèdent une enveloppe de houille noire, brillante, se conduisant avec les réactifs comme la houille ordinaire, et dont l'épaisseur, suivant les troncs, varie de $0^m,002$ ou $0^m,003$ jusqu'à $0^m,05$ et $0^m,06$.

» Quelle que soit leur position, ils sont cimentés par un grès fin, argileux, blanc jaunâtre, non imprégné de houille ou de bitume, isolés les uns des autres et éloignés des veines de charbon en exploitation.

» La houille qui les recouvre ne peut donc provenir d'une infiltration quelconque et résulte de la transformation même des tissus végétaux.

» Des préparations faites dans des directions choisies montrent une conservation inespérée, le bois et l'écorce présentant encore la plupart de leurs éléments caractéristiques.

» Grâce à cette conservation, j'ai pu rapprocher un certain nombre d'entre eux de ceux que l'on rencontre à l'état silicifié, mais fragmentaire, dans les gisements d'Autun et de Saint-Étienne et, par suite, compléter l'étude de ces derniers par celle de troncs actuellement connus extérieurement sur une longueur de 8^m à 10^m.

» Un fait important découle de la comparaison des organes élémentaires des tissus selon qu'ils sont transformés en houille ou bien suivant qu'ils sont conservés par la silice ou le carbonate de fer : c'est celui de la diminution des éléments convertis en houille sur toutes leurs dimensions.

» En effet, sur une coupe transversale d'*Arthropitus bistriata*, les trachéides se présentent serrées les unes contre les autres; un mince filet plus clair qui les sépare permet de les distinguer avec un grossissement de

(¹) *Cours de Botanique fossile*, p. 15 et 89, 1880, où je fais remarquer que l'épaisseur d'une feuille de Cordaïte transformée en houille est en moyenne $0^{mm},07$, tandis que celle de la même feuille silicifiée varie de $0^{mm},5$ à $0^{mm},7$.

200 diamètres. Sous la pression lente, mais continue, des terrains d'alentour, leurs parois latérales, celles qui portent les ornements rayés, sont venues se toucher, et, la cavité interne disparaissant, leur section actuelle est une ellipse aplatie à contour sinueux.

» Sur une coupe longitudinale radiale, c'est-à-dire faite dans le sens où la trachéide présente *maintenant* la plus grande largeur, cette dimension atteint la moitié ou les deux tiers à peine de celle d'une trachéide semblable prise dans un échantillon silicifié; en outre, sur une *même* longueur, le nombre des ornements rayés est dans le rapport de 3 à 2. La première s'est donc raccourcie d'un tiers environ.

» Dans un échantillon d'*Arthropitus gallica* dont le bois est *partie* carbonaté, *partie* converti en houille, on compte sur une longueur des trachéides de $\frac{1}{10}$ de millimètre, quatorze raies dans la région transformée en houille et dix seulement dans celle qui est carbonatée; le rapport des largeurs correspondantes des trachéides est 1 à 2.

» L'analyse chimique d'une houille provenant *uniquement* de bois de *Cordaite*, d'*Arthropitus*, dans lequel il n'y a aucun organe sécréteur, de *Sigillaires*, celle au contraire qui a été produite par la partie subéreuse des écorces de *Syringodendron*, *Lepidodendron*, etc., ou bien encore de celle qui résulte de l'agglomération de racines serrées les unes contre les autres de *Psaronius*, ne peut manquer d'offrir un grand intérêt, si elle montre que la composition de la houille est liée à celle des éléments d'où elle dérive.

» De ce qui précède il résulte :

» 1° Que, dans beaucoup de cas, la houille ne peut provenir que de la transformation sur place des éléments qui constituent les végétaux et dont elle a conservé la figure;

» 2° Que le bois, aussi bien que l'écorce, a contribué à la formation de la houille;

» 3° Qu'en se convertissant en houille, les éléments organiques, cellules, trachéides, ont diminué de grandeur sur toutes leurs dimensions dans un rapport que l'on peut déterminer et dépendant de la densité primitive de la matière organique constituante.

» Dans une Note ultérieure, j'indiquerai, avec plus de détails, les principales espèces de plantes houillères dont j'ai rencontré l'organisation conservée. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur le* Phylloglossum Drummondii (*Keuze*). Note de M. C.-Eg. **Bertrand**, présentée par M. P. Duchartre.

« Le pédoncule fructifère de *Phylloglossum Drummondii* consiste en une colonne cylindrique, terminée à sa partie supérieure par un épi et qui s'insère inférieurement sur le corps de la plante entre ses frondes inférieures d'une part et l'organe que je désignerai sous le nom d'*organe de Mettenius* ([1]). Le pédoncule, au-dessous de l'épi, est dépourvu d'appendices ([2]). Les écailles de l'épi sont verticillées par trois. Les verticilles successifs d'écailles sporangifères n'alternent pas rigoureusement entre eux; cette irrégularité d'alternance est plus grande entre le second et le troisième verticille qu'entre le premier et le second, ou entre le troisième et quatrième. Très fréquemment, par suite de déviations semblables à celles que l'on voit chez les Lycopodes, l'ensemble des écailles de l'épi affecte une sorte de disposition hélicoïdale dont l'angle de divergence est $\frac{2}{11}$. Cet angle indique qu'il y a eu des perturbations dans la disposition régulière des pièces de l'épi : l'étude de la structure de tels épis montre qu'ils diffèrent des épis types par la coalescence prolongée de certaines de leurs parties et par l'atrophie partielle et tout accidentelle de certaines autres.

» La première écaille du premier verticille inférieur de l'épi est placée tout contre la génératrice passant par l'organe de Mettenius.

» Le pédoncule fructifère du *Phylloglossum* provient directement du développement du point de végétation du tubercule ancien. Ce point de végétation s'éteint au sommet de l'épi. Ce fait donne au pédoncule de l'épi et surtout à l'épi l'allure générale des organes dont le point de végétation s'épuise en s'allongeant.

» Une section transversale d'ensemble du pédoncule fructifère, pratiquée à deux millimètres de son insertion, montre : 1° un massif libéro-ligneux primaire, central, hexacentre; 2° autour du faisceau une masse de tissu fondamental primaire; 3° une assise superficielle de cellules épidermiques lisses. — Le massif libéro-ligneux présente six groupes d'éléments ligneux

([1]) J'ai cru devoir rappeler, à propos de cet organe, qui a été regardé comme une fronde atrophiée, le nom du célèbre botaniste *Mettenius*, qui a donné du *Phylloglossium* une étude si remarquable et si complète.

([2]) Sauf dans les épis très irrégulièrement développés.

distincts les uns des autres ([1]). Les trachées initiales de chaque groupe, celles qui marquent son centre de développement, sont au centre de ce groupe. Ces trachées initiales sont extrêmement grêles; ce sont des trachées à une spiricule ou des vaisseaux annelés. Le diamètre des éléments ligneux entourants est beaucoup plus grand. Ceux-ci sont encore des trachées. Il n'y a pas de vaisseaux scalariformes caractérisés. Les six groupes ligneux sont régulièrement répartis autour du centre de figure de l'organe; l'un d'eux correspond à l'organe de Mettenius: c'est ce groupe ligneux qui fournira le premier faisceau sortant des écailles fructifères. Le centre du massif libéro-ligneux est occupé par des fibres primitives. Les cellules grillagées sont placées près des éléments ligneux; elles sont plus nombreuses vers l'extérieur. L'ensemble du liber forme donc une sorte d'anneau mince autour du bois. Le liber est très difficile à délimiter extérieurement, parce qu'il n'y a pas de gaine protectrice. Le tissu fondamental primaire consiste là, comme dans tout le reste de la plante, en grandes cellules à parois un peu collenchymateuses qui présentent sur leur face de contact de grandes ponctuations réticulées d'un dessin très compliqué. Ces cellules laissent entre elles de nombreux méats. Celles qui sont voisines de l'épiderme dans la partie épigée de la plante contiennent de la chlorophylle. Les cellules épidermiques ne présentent pas les cadres d'épaississements si caractéristiques du pédicelle du jeune tubercule, bien que l'épiderme de ce pédicelle et celui de la hampe de l'épi fructifère soient directement en continuation.

» Si l'on pratique une suite de sections transversales successives d'ensemble, de la coupe initiale au sommet de l'épi, on reconnaît : 1° que la structure de la hampe se conserve invariable jusqu'à un certain niveau; 2° qu'au delà de ce niveau, chaque groupe ligneux se déforme et plus haut se divise pour émettre successivement et alternativement sur sa droite et sur sa gauche des cordons ligneux sortants; 3° que chaque cordon ligneux sortant a la structure du massif ligneux d'un *faisceau indéterminé,* c'est-à-dire que ses trachées les plus fines, les premières différenciées, sont centrales; 4° que chaque cordon ligneux sortant est revêtu d'une mince couche superficielle d'éléments libériens et fait, par suite, partie d'un faisceau indéterminé; 5° que chacun de ces faisceaux indéterminés sortants se

---

([1]) Dans les pédoncules d'épis irréguliers deux groupes ligneux voisins peuvent se toucher par leurs éléments extérieurs; de même, mais plus rarement, un groupe ligneux peut être remplacé par deux groupes distincts dont un est alors plus proche du centre.

rend dans une écaille sporangifère en s'écartant de l'axe de l'épi, puis en cheminant horizontalement et enfin en se redressant brusquement après avoir fait un crochet prononcé vers le bas au niveau de l'éperon de l'écaille dans laquelle il pénètre; 6° que la portion restante de chaque groupe ligneux qui se partage est de plus en plus proche de l'axe de figure de l'épi; 7° que cette portion restante est toujours plus grêle que la portion sortante qui s'en est détachée; 8° que, par suite, à ce niveau on voit autour d'une masse libéro-ligneuse centrale, dont les groupes ligneux sont divisés et presque épuisés, un certain nombre de faisceaux sortants indéterminés; 9° que, d'après l'ordre de succession des faisceaux sortants, les groupes ligneux opposés *sont conjugués deux à deux comme les centres d'un même faisceau de stipe de Lycopode*. En effet, en désignant par Δ'_1, Δ'_2, Δ'_3 trois groupes ligneux distants l'un de l'autre de 120°, c'est-à-dire alternant avec les trois autres groupes, le centre Δ'_1 correspondant à l'organe de Mettenius; en désignant par Δ''_1, Δ''_2, Δ''_3 les trois groupes ligneux diamétralement opposés à ceux nommés Δ'_1, Δ'_2, Δ'_3, on voit *dans les épis bien réguliers* que si Δ'_1, Δ'_2, Δ'_3 émettent sur leur gauche les trois cordons ligneux sortant du premier verticille d'écailles sporangifères, Δ''_1, Δ''_2, Δ''_3 émettront de même sur leur gauche les trois cordons sortants du verticille suivant. Les trois cordons du troisième verticille seront en rapport avec la droite des masses Δ'_1, Δ'_2, Δ'_3 et plus rapprochés du centre que les cordons sortant du premier verticille. Enfin, les trois cordons du quatrième verticille sont en rapport avec la droite des masses Δ''_1, Δ''_2, Δ''_3. Puis les mêmes dispositions se répètent dans le même ordre jusqu'à épuisement complet. Plus on s'élève, plus les irrégularités que comporte ce mode de distribution des faisceaux s'accentuent.

» Inférieurement le massif libéro-ligneux du pédoncule fructifère s'insère sur le diaphragme aquifère qui reçoit à la fois les faisceaux des frondes inférieures et le faisceau de l'organe de Mettenius.

» De cette description on peut conclure : 1° que le pédoncule fructifère du *Phylloglossum* est un axe, puisqu'il présente plusieurs lignes de symétrie passant par un même point; 2° que la masse libéro-ligneuse de ce pédoncule représente trois faisceaux bicentres ayant même axe de figure et inclinés l'un sur l'autre de 120°, puisque les masses ligneuses diamétralement opposées sont conjuguées entre elles comme les masses ligneuses d'un faisceau bicentre de Lycopode, de Sélaginelle ou de *Tmesipteris;* 3° que, par suite, le pédoncule est un stipe; 4° que ce stipe diffère des hampes fructifères de Lycopode uniquement par la présence de trois faisceaux au lieu

de deux; que l'organisation qui se rapproche le plus de celle du *pédoncule* fructifère du *Phylloglossum* est jusqu'ici celle du *Lepidodendron Jutieri*. »

M. J. Chamard adresse une Note intitulée « Considérations générales sur les sections coniques ».

M. de Fournoux adresse quelques observations complémentaires, au sujet de ses recherches sur la loi de Mariotte.

MM. A. Andrieu et R. Bravais adressent une Note relative à une « Médication antimicrobique », par le sulfure de magnésium.

M. Boutin adresse une Note relative à un insecte qui attaque la partie souterraine de la tige de la pomme de terre.

La séance est levée à 4 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 aout 1883.

Observations sur la position stratigraphique des couches à Terebratula janitor, Am. transitorius, *etc. d'après des travaux récents; par* M. Hébert. Lagny, Imp. Aureau, 1883; opuscule in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique.*)

Qnatrième Congrès international d'hygiène et de démographie à Genève (du 4 au 9 septembre 1882). Comptes rendus et Mémoires, publiés par M. le Dr P.-L. Dunant; t. I. Genève, H. Georg, 1883; in-8°.

Statique des civilisations; par P. Mongeolle. Paris, E. Leroux, 1883; in-8°.

Bulletin mensuel de l'Observatoire météorologique de l'Université d'Upsal; vol. XIV, année 1882. Upsal, Berling, 1882-83; in-4°.

Société industrielle du nord de la France. Séance solennelle du 21 janvier 1883. Conférence sur les comètes; par M. C. Wolf. Lille, imp. Danel, 1883; br. in-8°.

Memorie di Matematica e di fisica della Societa italiana delle Scienze; serie terza, t. IV-V. Napoli, 1882; 2 vol. in-4°.

Reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti; serie II, vol XIV. Napoli-Milano, U. Hoepli, 1881; in-8°.

Memorie del reale Istituto lombardo di Scienze e Lettere. Classe di Scienze matematiche e naturali, vol. XIV, fasc. III. Napoli-Milano, U. Hoepli, 1881; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 AOUT 1883.

Ministère de l'Instruction publique. — Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. E. MASCART, Directeur du Bureau central météorologique. Paris, Gauthier-Villars, 1883; 4 vol. in-4°.

Manuel systématique d'analyse chimique volumétrique; par FRANCIS SUTTON, traduit par le Dr C. MÉHU. Paris, G. Masson, 1883; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Würtz.)

Bulletin de la Société centrale d'Agriculture du département de l'Hérault; janvier, février et mars 1883. Montpellier, Grollier et fils, 1883; 1 vol. in-4°.

Eléments de Physique médicale; par MM. C.-M. GARIEL et DESPLATS, fasc. 3. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Rapport du Président de l'Association syndicale des Pyrénées-Orientales pour la destruction du Phylloxera. Perpignan, imp. de l'*Indépendant,* 1883.

La crise agricole. — Rapport présenté au nom de la Société des agriculteurs du Nord, par M. GUSTAVE DUBAR, *secrétaire général, à MM. les sénateurs et députés, etc.* — Lille, Verly, Dubar et Cie, 1883.

Compte rendu sommaire des séances du premier Congrès des médecins grecs, tenu à Athènes au mois d'avril 1882, publié par le Dr C. STEKOULIS. Constantinople, Castro, 1883.

Igiene pubblica. — Nuovo trattamento dei cadaveri per distruggere i germi infettivi che possono contenere. Memoria del prof. CARLO DESPERAIS.

Transmission of motion. A description of Samper's patent Pulley-Gripper system London, 1883.

A list of the fellows and honorary, foreign and corresponding Members and Medallists of the zoological Society of London. Corrected to may 1st 1883. London, printed by William Clowes and sons; br. in-8°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. XI, Part 8. London, printed for the Society; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 AOUT 1883.

Annales de la Société d'Agriculture du département de la Loire, 2e série, t. II, année 1882. Saint-Étienne, Théolier et Cie; br. in-8°.

Bulletin de la Société botanique de France, t. XXX. Paris, F. Savy; br. in-8°.

Studio comparativo sul teschio del porco delle Mariere, del socio prof. PELLEGRINO STROBEL; br. in-8°.

Iconografia comparata delle ossa fossili del gabinetto di Storia naturale dell' Università di Parma, per cura di PELLEGRINO STROBEL; fascicolo I. Parma, 1881, Libreria editrice Luigi Battei; gr. in-f°.

Bullettino di bibliografia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI, t. XV; settembre 1882. Roma, tipografia delle Scienze matematiche e fisiche; br. in-4°.

Sulla curva hessiana. Memoria del Dr P. DEL POZZO. Napoli, 1883. Tipografia della reale Accademia delle Scienze; br. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 13 août 1883.)

Page 478, avant-dernière ligne, *après* l'identité de la force directrice, *ajoutez* moyenne.
Page 492, ligne 6 en remontant, *au lieu de* carburates, *lisez* carbures.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 AOUT 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Dépêche télégraphique adressée à M. Dumas, par M. PASTEUR.

« Arbois, 27 août, 2h soir.

» Je reçois ce matin des nouvelles télégraphiques de la mission française du choléra en Égypte. Très curieuses observations avec grand caractère de nouveauté et constantes dans le sens espéré. Je vous communiquerai lettre détaillée attendue. PASTEUR. »

CHIRURGIE. — *Nouvelles recherches sur le mode d'action des antiseptiques employés dans le pansement des plaies*; par M. GOSSELIN.

« Dans nos travaux de 1879 et 1880, nous avons établi, le Dr Bergeron et moi, que les antiseptiques empêchent l'altération du sang sur les plaies, non seulement en purifiant l'atmosphère des germes de la putréfaction, mais en faisant subir au sang, après sa sortie des vaisseaux, une modification qui le rend imputrescent.

» J'ai présumé, dès lors, que cette modification, qui consiste surtout en une coagulation des matières albumineuses, se produisait en même temps dans l'intérieur des capillaires; mais cette présomption, affirmée aussi par

quelques auteurs, notamment par M. Maurice Perrin [1] à propos de l'alcool et par MM. Neudorfer et Gross [2] à propos de l'acide phénique, avait besoin d'une démonstration pour être acceptée par tous et diriger la Chirurgie dans l'application et surtout la simplification des pansements antiseptiques. Cette démonstration, je l'ai demandée à quelques expériences dont je viens communiquer ici les résultats.

» I. J'ai eu d'abord la pensée de chercher sur des plaies soumises, chez les chiens et les lapins, à l'action de l'acide phénique, les changements anatomiques qui avaient pu en être la conséquence. Mais n'étant arrivé, soit avec l'œil nu, soit avec la loupe, soit avec le microscope, à aucun résultat, je passe sous silence cette partie de mes recherches, et j'arrive de suite à celles qui m'ont amené à quelques conclusions.

» II. Ces recherches ont consisté à étaler sur une plaque de liège percée d'une fenêtre les membranes transparentes de certains animaux, sur lesquelles nous pouvons avoir, sous le microscope, l'intéressant spectacle de la circulation capillaire [3]. Je me suis servi, le plus souvent, des membranes transparentes qui réunissent les doigts des pattes postérieures des grenouilles, et dans trois autres cas du mésentère d'un lapin, du mésentère d'une grenouille et de la vessie d'une souris blanche. Une fois que ces membranes étaient bien étalées sur la fenêtre de la plaque de liège, dans le champ du microscope (grossissement environ 200) et que j'y voyais bien nettement le mouvement du sang dans les capillaires, j'amenais sur la membrane, avec un pinceau ou avec un tube, la substance antiseptique, et, laissant l'œil sur l'oculaire, je regardais ce qui se passait.

» L'expérience a été faite avec diverses solutions phéniquées, l'alcool pur, l'alcool étendu de moitié d'eau et l'eau-de-vie camphrée; voici quels ont été les résultats :

» 1° *Avec les solutions phéniquées au $\frac{1}{20}$ et au $\frac{1}{40}$*, j'ai vu la circulation s'arrêter brusquement en quelques secondes après un premier attouchement, quelquefois se ralentir d'une manière sensible, puis cesser encore brusquement après un deuxième ou un troisième attouchement. Avec l'acide phénique au $\frac{1}{40}$, il m'a fallu trois attouchements et quatre ou cinq minutes pour avoir la cessation complète du mouvement du sang.

» Le lendemain la circulation n'avait pas reparu, et nous pouvions voir les lignes et les

---

(1) *Bulletin de la Société de Chirurgie*, 1879.

(2) Gross, *De la méthode antiseptique de Lister*, 1879.

(3) Les expériences ont été faites au laboratoire de l'hôpital de la Charité, avec les bons conseils de M. le Dr Rémy, chef de ce laboratoire, et l'assistance de M. Dubar jeune, étudiant en Médecine.

contours rouges des vaisseaux, dans lesquels aucun courant n'avait lieu, ce que nous avons attribué à la coagulation du sang dans les capillaires; à la fin du troisième et du quatrième jour, les membranes étaient brunâtres, ratatinées, en voie d'exfoliation, c'est-à-dire gangrenées, et l'animal succombait, probablement par l'intoxication phéniquée lorsqu'il s'agissait des grenouilles, par le traumatisme du ventre lorsqu'il s'est agi des autres animaux et de leur mésentère.

» 2° *Avec la solution phéniquée au* $\frac{1}{60}$, j'ai eu les mêmes résultats qu'avec celle au $\frac{1}{40}$, si ce n'est que le mouvement circulatoire ne s'est arrêté promptement que dans une partie des capillaires, en continuant dans deux ou trois autres qui nous paraissaient un peu plus gros et un peu plus profonds; puis l'arrêt s'est fait progressivement dans les autres, et était complet au bout de dix minutes.

» 3° *Avec les solutions au* $\frac{1}{80}$ *et au* $\frac{1}{100}$, l'arrêt s'est fait encore plus lentement et plus progressivement, et n'est devenu complet qu'au bout de douze à quinze minutes. Une seule fois, après l'emploi du $\frac{1}{80}$, la circulation, qui avait cessé tout à fait le jour de l'expérience, a été retrouvée le lendemain et le surlendemain. Elle s'était donc rétablie, après avoir été supprimée. Dans aucun des autres cas nous ne l'avons vue se rétablir.

» 4° *Avec l'alcool à* 86°, les résultats immédiats ont été analogues à ceux de la solution phéniquée au $\frac{1}{20}$, seulement l'arrêt n'a pas été aussi brusque et s'est fait progressivement.

» 5° *Avec l'alcool additionné d'eau par moitié*, il n'y a eu d'abord qu'un ralentissement général, puis, au bout de dix minutes et après quatre attouchements, arrêt complet dans quelques vaisseaux, continuation dans les autres. Cet état de chose, c'est-à-dire l'arrêt incomplet de la circulation, a persisté les jours suivants, et il n'y a pas eu de gangrène.

» 6° *Avec de l'eau-de-vie camphrée*, mêmes résultats qu'avec les solutions phéniquées au $\frac{1}{60}$ et au $\frac{1}{80}$, ainsi qu'avec l'alcool étendu d'eau : ralentissement immédiat de la circulation capillaire, cessation complète au bout de douze à quatorze minutes, et après quatre attouchements successifs. J'ai constaté le lendemain et le surlendemain que la circulation ne s'était pas rétablie, et qu'il n'y avait pas de gangrène. Quand je me suis servi d'eau-de-vie camphrée étendue d'eau par moitié, la circulation ne s'est pas arrêtée.

» III. Des faits que je viens d'exposer, il résulte qu'au contact des antiseptiques, la circulation s'est arrêtée dans les capillaires, par la coagulation plus ou moins rapide du sang, et elle s'est arrêtée plus vite lorsque l'antiseptique était fort (acide phénique au $\frac{1}{20}$ et au $\frac{1}{40}$, alcool pur), plus lentement et plus progressivement lorsqu'il était faible (acide phénique au $\frac{1}{100}$), et que dans un cas le mouvement du sang, après avoir disparu complètement, était rétabli le lendemain.

» Je n'ai pu attribuer cet arrêt qu'à la coagulation du sang déterminée par le contact du médicament qui avait traversé les membranes très minces par lesquelles je l'appliquais et la paroi encore plus mince des vaisseaux capillaires. Je dois dire que, malgré l'attention que j'y ai mise, je n'ai pu voir le resserrement indiqué par certains auteurs, et je n'ai pu trouver d'autre explication de la stase sanguine que la coagulation, analogue à

celle que j'ai constatée si souvent en 1879 et 1880, sur le sang hors de ses vaisseaux.

» Je suis autorisé à croire que ce que j'ai vu sur les pattes de grenouilles et sur le mésentère doit se passer sur les plaies de l'homme, lorsqu'on verse sur elles une des substances dites *antiseptiques*. Malgré la différence d'organisation générale, en définitive le sang de l'homme et les parois de ses capillaires ne présentent pas des conditions physiologiques assez différentes pour qu'on refuse d'admettre que l'antiseptique pénètre dans les capillaires, soit par les orifices résultant de leur section, soit à travers la paroi très mince des plus superficiels d'entre eux, c'est-à-dire de ceux avec lesquels le médicament est le plus certainement en rapport, et qu'il y amène la coagulation et l'arrêt de la circulation comme sur les animaux. Mais une objection va se produire de suite. Est-ce qu'une gangrène générale de la plaie ne sera pas, comme sur les membranes interdigitales des grenouilles, la conséquence de cette coagulation? A cela je réponds d'abord par la clinique. Il m'est arrivé nombre de fois d'arroser abondamment des plaies récentes avec l'acide phénique au $\frac{1}{20}$, l'alcool ou l'eau-de-vie camphrée, et je n'ai jamais eu de gangrène sur ces plaies; tout au plus ai-je eu de temps en temps une escarre de la peau, sur laquelle je m'expliquerai dans une autre occasion. D'ailleurs à la surface d'une plaie il y a, outre les capillaires superficiels, des vaisseaux plus gros dans lesquels la circulation persiste, et des capillaires profonds dans lesquels l'agent antiseptique ne pénètre pas.

» Cette coagulation sanguine à l'extérieur et à l'intérieur des capillaires est-elle le seul effet local produit par le contact des antiseptiques? Ne se peut-il pas que les autres tissus qui forment le fond d'une plaie étendue, et notamment les tissus musculaire, conjonctif, nerveux même, subissent des modifications analogues, et que ces modifications s'accompagnent de changements dans leur vitalité et leurs aptitudes physiologiques? Je le présume, mais je ne suis pas en mesure de le démontrer aujourd'hui.

» Avons-nous, en thérapeutique, un mot pour exprimer cette propriété remarquable de certains médicaments, d'arrêter ou de diminuer ainsi la circulation capillaire sans amener la gangrène? Celui d'*antiseptique*, dont je me sers, parce qu'il est consacré par l'usage, indique sans doute une propriété capitale, celle de s'opposer à la putréfaction du sang; mais il n'exprime pas cette autre propriété d'amoindrir la circulation. Sous ce rapport, le mot un peu vague d'*astringents* leur conviendrait un peu mieux, quoiqu'il indique un resserrement vasculaire que je n'ai pas constaté d'une façon ap-

préciable. J'aime mieux faire remarquer l'analogie qui existe entre l'arrêt de la circulation que nous avons observé et celui que produisent les véritables caustiques. En définitive, cet arrêt est le premier degré d'une cautérisation. La cautérisation a même été complète, mais tardive et progressive, sur les pattes de quelques-unes de nos grenouilles. Elle est restée incomplète sur d'autres, de même qu'elle reste incomplète chez l'homme. On pourrait donc dire que ces médicaments sont utiles de deux façons : d'abord parce qu'ils sont germicides et antiseptiques, ensuite qu'ils sont astringents ou demi-caustiques.

» En tout cas, ils agissent sur les plaies, non seulement en empêchant la putréfaction, mais en coagulant l'albumine du sang à l'extérieur et à l'intérieur des capillaires superficiels, et peut-être en même temps toutes les matières albumineuses de la surface des plaies.

» Quelles sont, pour la marche ultérieure de ces plaies, les conséquences de ces modifications? Quel rôle leur connaissance doit-elle jouer dans l'emploi des antiseptiques? C'est ce que je me propose d'examiner dans un prochain Mémoire. »

BOTANIQUE. — *Ordre d'apparition des premiers vaisseaux dans les feuilles de Crucifères* (deuxième partie); par M. A. Trécul.

« J'ai dit (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 1124) que dans toutes les feuilles dentées ou lobées des Crucifères citées (excepté deux), les dents et les lobes primaires apparaissent de haut en bas. Le développement général de ces feuilles est donc *basipète*. Il n'en est pas de même de l'ordre d'apparition de leurs vaisseaux. A cet égard, ces feuilles se divisent : 1° *en franchement basipètes,* dans lesquelles les premiers vaisseaux de toutes les nervures latérales principales naissent de haut en bas, en sorte que les nervures latérales principales les plus bas placées obtiennent *les dernières* leur premier vaisseau; et 2° en feuilles dans lesquelles l'ordre de naissance des premiers vaisseaux des nervures latérales principales (primaires et secondaires) n'a pas toujours lieu de haut en bas, de manière que c'est souvent la nervure latérale principale la plus bas insérée qui *la première* a des vaisseaux.

» Je donnai alors divers exemples de feuilles franchement basipètes. J'en rapprocherai ici les feuilles des *Sisymbrium Sophia, Crambe filiformis,* etc.

» I. Les feuilles du *Sisymbrium Sophia* sont deux ou trois fois pinnatifides. Les folioles ou pinnules primaires, au nombre de cinq, six, sept ou uit de chaque côté, naissent de haut en bas, et elles obtiennent leur pre-

mier vaisseau médian suivant l'ordre de leur apparition. Le premier vaisseau des deux ou trois pinnules supérieures de chaque côté s'insère sur la nervure médiane du rachis, et il commence, soit au contact de cette nervure médiane, soit libre dans la pinnule même. Les trois ou quatre pinnules primaires qui viennent ensuite de haut en bas de chaque côté n'insèrent pas leur premier vaisseau sur la nervure médiane de la feuille, mais sur le premier faisceau latéral longitudinal, qui débute ainsi : quand la foliole dont la nervure médiane est le plus bas insérée sur celle de la feuille a son premier vaisseau, la foliole qui est immédiatement au-dessous produit le sien à l'intérieur de sa propre nervure médiane. Ce vaisseau, allongé par en bas, descend libre dans le rachis; commençant de la sorte le premier faisceau latéral longitudinal, il va s'insérer au bas de la nervure médiane de la feuille. A ce vaisseau vient s'apposer successivement le premier de quelques folioles placées plus bas. Quand il est encore libre inférieurement, ce vaisseau latéral longitudinal tient souvent déjà unis le premier vaisseau des deux folioles le plus haut placées parmi celles qu'il doit porter.

» Les petites feuilles de la jeune plante n'ont qu'un tel faisceau latéral longitudinal de chaque côté; dans les feuilles plus grandes, les folioles inférieures, une ou deux de chaque côté, insèrent leur premier vaisseau sur un deuxième faisceau latéral longitudinal, inséré lui-même sur le bas du premier.

» Jusque-là tout est basipète dans cette feuille. Il n'en est plus de même pour l'apparition des lobes des pinnules primaires. C'est un des lobes moyens de chaque côté de la foliole qui apparaît d'abord. Après lui il en peut naître un ou deux autres au-dessous, et deux ou trois au-dessus. Ces derniers naissent de bas en haut, les inférieurs de haut en bas. C'est aussi le lobe secondaire né avant les autres qui le premier est pourvu de son premier vaisseau longitudinal médian. Dans chaque foliole (soit la terminale), ce vaisseau du plus grand lobe latéral naît avant les vaisseaux de l'apicule et avant les latéraux de la lamelle qui termine la foliole. Il faut aussi remarquer que ce premier vaisseau du lobe latéral de la foliole terminale n'apparaît qu'après les premiers vaisseaux des nervures médianes des folioles supérieures de chaque côté de la feuille. Cette feuille est donc basipète pour l'apparition des folioles primaires et de leurs premiers vaisseaux, et se rattache à un type de *formation mixte* par ses pinnules secondaires.

» II. Dans le *Crambe filiformis*, la feuille, lyrée, est basipète pour l'apparition de ses lobes et de ses vaisseaux principaux. Très souvent la ner-

vure médiane débute dans la région moyenne par un court vaisseau qui s'allonge par en haut et par en bas. Après les premiers vaisseaux de la nervure médiane naît le premier vaisseau de chaque dent primaire supérieure du grand lobe terminal. On trouve quelquefois le premier vaisseau de l'une de ces dents ou lobules déjà inséré sur la nervure médiane, quand le premier vaisseau de la dent supérieure de l'autre côté commence seulement par une courte série de cellules vasculaires, située dans le lobule même. Ensuite apparaît le premier vaisseau de la nervure primaire placée au-dessous, puis celui de la troisième en descendant. Cette dernière nervure (ou quelquefois la deuxième) ne s'insère pas sur la nervure médiane; son premier vaisseau s'appose au sommet de celui du premier faisceau latéral longitudinal, que l'on peut voir commencer dans le bas du rachis par un court vaisseau libre, à une hauteur variable.

» Pendant que les vaisseaux naissent dans ces premières nervures, l'apicule vasculaire du lobule terminal débute par un renflement de la nervure médiane; de chaque côté descendent un ou quelques vaisseaux parallèles aux bords; ils vont rejoindre plus ou moins bas la nervure médiane, et ils se relient plus tard à ceux des nervures supérieures de la lame. En même temps, ou un peu après, se montre le premier vaisseau des dents secondaires interposées aux primaires. C'est d'abord celui des plus haut placées, puis celui des dents secondaires situées plus bas. Le vaisseau de la dent secondaire supérieure peut s'insérer sur la nervure médiane plus haut que celui de la première dent primaire. Ceux des autres dents secondaires s'insèrent d'ordinaire sur une nervure voisine précédente, ou à la rencontre de deux fascicules unissant les nervures médianes des deux dents primaires adjacentes. Les vaisseaux apiculaires et latéraux de ces dents apparaissent dans l'ordre de naissance de celles-ci, et se comportent comme ceux de la dent terminale, se reliant bientôt aux nervures du voisinage.

» Après ces lobules ou dents supérieures, qui toutes font partie du grand lobe terminal de la feuille lyrée, les lobes latéraux du rachis produisent chacun son premier vaisseau. Ce sont d'abord les plus élevés, ensuite ceux qui sont de plus en plus bas placés. On y trouve souvent aussi le premier vaisseau débutant dans le lobe même. Ceux des lobes plus haut insérés rejoignent le premier faisceau latéral longitudinal; ceux des lobes inférieurs s'ajoutent au deuxième latéral longitudinal, ou même le commencent, car j'ai vu de ces premiers vaisseaux des lobes descendant, avec leur extrémité libre, à la place que doit occuper le deuxième latéral longitudinal.

» Entre les lobes primaires du rachis, il s'en développe de secondaires

très petits, dont les nervures s'insèrent sur les faisceaux longitudinaux les plus externes du rachis.

» A mesure que les vaisseaux primordiaux et secondaires se forment de haut en bas, le réseau vasculaire se complète aussi de haut en bas.

» III. Le *Sisymbrium acutangulum*, suivant l'activité de la végétation des bourgeons examinés, a tantôt les vaisseaux latéraux supérieurs de ses feuilles (ceux de l'acumen) les plus précoces, tantôt les vaisseaux de la région inférieure (ceux des premiers faisceaux latéraux longitudinaux). Dans le premier cas la feuille se rapproche de la formation basipète; dans le second, et aussi par l'irrégularité de l'apparition de ses dents secondaires et tertiaires, elle se rattache aux *formations mixtes*.

» Cette feuille, taraxaciforme, n'a souvent qu'une ou deux dents ou lobules primaires dont la nervure médiane soit insérée sur celle de la feuille. Quelquefois même ces lobes primaires n'existent pas, ou sont si réduits qu'ils semblent remplacés par des dents ou lobules secondaires situés au bas de l'acumen. Alors les plus grands lobes d'en haut de chaque côté reçoivent la terminaison du premier faisceau latéral longitudinal.

» S'il y a en haut de la lame, comme c'est le cas ordinaire, une ou deux paires de lobes primaires, la terminaison du premier faisceau latéral longitudinal a lieu soit dans le deuxième lobe correspondant, soit dans le troisième; si c'est dans le troisième, alors souvent plus grand que les autres, le premier vaisseau du premier faisceau latéral longitudinal précède quelquefois le premier vaisseau du deuxième lobe primaire placé immédiatement au-dessus, mais le premier lobe primaire situé plus haut est déjà pourvu de son vaisseau primordial. Par en bas les lobes latéraux qui insèrent leur nervure médiane sur le premier faisceau latéral longitudinal de chaque côté acquièrent successivement de haut en bas leur premier vaisseau, comme d'habitude. Pendant ce temps naît le premier vaisseau du deuxième latéral longitudinal qui reçoit l'insertion de lobes plus bas placés. Enfin les lobes inférieurs ont leur premier vaisseau inséré sur un troisième latéral longitudinal. Ces trois faisceaux latéraux longitudinaux se terminent l'un sur l'autre par en bas, le troisième sur le deuxième et celui-ci sur le premier au bas du rachis. J'ai toujours trouvé ce premier latéral indépendant de la nervure médiane et se joignant dans la tige à un faisceau d'une feuille voisine.

» IV. Le *Lunaria biennis* a des feuilles cordiformes, dont les nervures primaires ne se forment pas régulièrement de haut en bas, bien que les dents primaires naissent toujours dans cette direction. On trouve assez souvent qu'avant ou pendant que la nervure médiane se renfle en pinceau

vasculaire à son sommet, ce sont les premiers vaisseaux des nervures primaires inférieures de la lame qui apparaissent d'abord. Ensuite naissent les premiers vaisseaux de l'acumen, qui s'étendent de haut en bas. Cependant, en temps doux ou en serre chaude, les vaisseaux de l'acumen prédominent quelquefois sur les inférieurs. Ceux de la région moyenne de la lame naissent souvent les derniers.

» Ces divers vaisseaux ou fascicules forment la première série des mailles de chaque côté de la nervure médiane. Des mailles de deuxième ordre, puis de troisième se forment à l'extérieur des premières, surtout dans la région inférieure de la lame. Avant même que les premières mailles soient complétées, on voit souvent naître dans les dents supérieures un court vaisseau qui se relie plus tard aux mailles voisines. Les vaisseaux des dents apparaissent de haut en bas, suivant l'ordre de naissance de celles-ci, d'abord dans les primaires, puis dans les secondaires et dans les tertiaires.

» La feuille adulte a dans le pétiole deux faisceaux latéraux longitudinaux; le deuxième, l'externe, est inséré sur le premier au bas de l'organe. Ils ne naissent que très tardivement dans le *Lunaria biennis,* après les vaisseaux de la première série de mailles de la lame. On voit alors souvent dans le pétiole, libre par les deux bouts, le premier vaisseau de chaque premier faisceau latéral longitudinal. Ce premier latéral et plus tard le second montent jusqu'au bas de la lame dans laquelle ils se recourbent (le premier au contact de la nervure primaire inférieure) et servent de base aux nervures de cette partie inférieure du réseau lamellaire.

» V. Les faisceaux latéraux longitudinaux sont beaucoup plus précoces dans le pétiole du *Lunaria rediviva,* où leurs premiers vaisseaux naissent souvent en même temps que les premiers latéraux de la lame, qui sont les inférieurs, et quelquefois même ils les précèdent, existant alors seuls avec ceux de la nervure médiane.

» Les jeunes pousses du *Lunaria rediviva* ont une végétation bien remarquable, qui rappelle un fait que j'ai signalé antérieurement dans le *Melianthus major*, en parlant des *Primula*. Ces pousses, cueillies du 13 au 20 février, ont offert, dans l'aisselle des feuilles inférieures, des bourgeons dont les feuilles externes avaient la végétation basifuge. Les dents y naissaient de bas en haut. Chez des bourgeons plus forts, pris un peu plus haut dans une pousse de 37 millimètres, la végétation commençant à prédominer dans la région supérieure de la feuille, les dents y étaient plus grandes que celles du milieu de la lame, qui étaient les plus faibles de toutes. Des bourgeons placés plus haut encore donnaient des feuilles dont les dents naissaient de

haut en bas. Les plus grandes étant en haut, celles qui étaient situées plus bas diminuaient graduellement de façon à disparaître dans la partie inférieure de la lame.

» Malgré ces différences dans l'apparition des dents, le développement des vaisseaux, dans toutes les feuilles examinées, était évidemment *basifuge*, en direction *acropète*. Dans des feuilles *à dents basipètes*, aussi bien que dans des *feuilles basifuges*, j'ai trouvé seul dans le pétiole, avec la nervure médiane, le premier vaisseau des premiers faisceaux latéraux longitudinaux. Dans d'autres feuilles, il y avait en outre un court vaisseau dans chaque nervure inférieure de la lame. Par en haut, la nervure médiane était parfois encore effilée, terminée par un seul vaisseau; plus souvent elle était renflée plus ou moins au sommet et y constituait une sorte de pinceau vasculaire. Des feuilles plus âgées (l'une d'elles ayant $4^{mm},10$) avaient une deuxième paire de vaisseaux latéraux, situés dans la région moyenne de la lame. Dans des feuilles plus avancées encore, les vaisseaux latéraux pinnés arrivaient en haut de la lame (feuille de $5^{mm},50$). Dans une autre feuille, des vaisseaux naissaient dans les dents supérieures, et des vaisseaux latéraux apparaissaient en haut de l'acumen, au-dessous du pinceau terminal.

» Voilà bien les premiers vaisseaux des nervures primaires de la lame naissant en direction *acropète*, et cependant cela s'accomplissait dans des feuilles *à formation basipète des dents*. Le reste de la constitution diffère peu de celle du *Lunaria biennis*.

» VI. Dans le *Lepidium affine*, l'ordre d'apparition des vaisseaux de la lame ressemble beaucoup à celui des *Lunaria*, mais dans ce *Lepidium*, les faisceaux latéraux longitudinaux et leurs ramifications prennent une plus grande part à la constitution de la charpente de cette lame.

» Chez le *Lepidium affine*, la formation des dents est nettement basipète, tandis que l'ordre d'apparition des premiers vaisseaux des nervures pennées n'a pas cette direction.

» Sous un bourgeon axillaire (de $0^{mm},65$ de hauteur environ), le premier vaisseau de la nervure médiane des deux premières feuilles naît dans la tige mère; il monte ensuite dans la nervure médiane de la feuille. Dans des feuilles de $2^{mm},30$ à $2^{mm},80$, il arrive assez près du sommet quand un court vaisseau longitudinal naît libre de chaque côté du pétiole, souvent près du haut de celui-ci; il appartient à un premier faisceau latéral longitudinal. Il s'allonge par en haut dans la lame, par en bas dans la tige.

» Vers la même époque, les dents naissent du haut en bas des bords,

qui s'enroulent. Dans des feuilles de 3^{mm} à 4^{mm} (parfois déjà de $2^{mm},10$) apparaissent les premiers vaisseaux des nervures pennées les plus bas placées sur la nervure médiane. Ceux des nervures d'en haut viennent ensuite. Après les premiers vaisseaux de la région supérieure de la lame naissent les premiers vaisseaux des nervures pennées insérées sur le premier faisceau latéral longitudinal de chaque côté. Cela se passe dans des feuilles hautes d'environ 6^{mm}; tandis que se forme le premier vaisseau d'un deuxième faisceau latéral longitudinal, qui porte quelques nervures de la lame. Un troisième faisceau longitudinal, qui occupe la partie latérale inférieure de cette lame, vient un peu après.

» Pendant que les mailles formées par ces premières nervures se complètent, les vaisseaux de l'acumen apparaissent et, après eux, les vaisseaux des dents, suivant leur ordre de naissance. En outre, des faisceaux s'interposent entre la nervure médiane et le premier latéral longitudinal, et entre celui-ci et le deuxième latéral, qu'ils relient çà et là par des fascicules obliques. Ces faisceaux interposés et les trois faisceaux latéraux longitudinaux de chaque côté descendent dans la tige.

» On voit, par ce qui précède, que l'ordre de naissance des premiers vaisseaux des dernières espèces est tout différent de celui des premières plantes citées, bien que l'ordre d'apparition des dents ou des lobes soit le même, c'est-à-dire basipète. »

M. C. **Jordan** fait hommage à l'Académie du Tome II de son « Cours d'Analyse de l'École Polytechnique ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de la vérification des comptes de l'année 1882.

MM. Chevreul et Rolland réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

ASTRONOMIE. — *Études astrophotographiques;* par M. **Ch.-V. Zenger.** (Extrait.)

« Depuis 1874, j'ai fait des photographies du Soleil avec un appareil astrophotographique construit par M. Browning, de Londres.... J'ai opéré avec la chlorophylle en solution éthérée, et j'en ai pu extraire une substance très composée, en traitant par l'éther sulfurique de la menthe poivrée desséchée. On obtient un liquide coloré en vert très foncé, qu'on peut, par évaporation de l'éther, réduire sous forme d'une matière friable noire et aromatique, qui contient de l'huile éthérée de menthe. Par la benzine, l'alcool pur et la paraffine, on en peut séparer trois matières colorantes : la chlorophylle verte, le cyanophylle bleu d'indigo et le xanthophylle, couleur jaune rougeâtre. Chacune de ces substances a son spectre particulier d'absorption ; réunies, elles absorbent à peu près toutes les parties du spectre solaire.

» De cette manière, je suis parvenu à représenter la couronne solaire et la chromosphère, quelquefois en couleur rouge ou jaunâtre, le ciel étant très pur et sans nébulosité. J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie quelques épreuves, pour compléter celles que je lui ai déjà fait parvenir.

» J'ai même obtenu la représentation d'un halo solaire, très vivement coloré, le 10 janvier 1875, avec toutes les couleurs visibles à l'œil nu; usqu'ici, ces couleurs ne se sont pas altérées.

» C'est ainsi qu'on peut obtenir la photographie du spectre solaire et de raies depuis A jusqu'à H, et même jusqu'à J et M, quand on se sert de mon parallélépipède à dispersion en quartz, et d'oculaires ou lentilles photographiques également en quartz.

» On peut ainsi obtenir tout ce qui se trouve autour du disque solaire représenté sur une plaque sensible de collodion émulsionné au bromure d'argent et chlorophyllée par l'addition de la solution éthérée.

» C'est le 5 mars 1875 que j'ai observé, pendant une tempête très forte, le ciel étant tout à fait découvert, et seulement de simples nuages visibles se mouvant avec une rapidité extrême, des phénomènes tout à fait spéciaux dans la photographie du Soleil : j'ai donné à ces phénomènes le nom de *zones d'absorption*. Le disque du Soleil se montrait entouré de zones très

nettes, blanc de neige sur le négatif et de formes elliptiques entourant l'image noire du Soleil.

» Plusieurs photographies prises ce jour-là présentaient le même phénomène, qui ne cessa qu'avec la tempête. En poursuivant cette expérience, j'ai trouvé que ces apparences se manifestent toujours avant et pendant les orages. Mais j'ai trouvé, pendant neuf années d'observations journalières, que ces phénomènes se répètent régulièrement à des intervalles de dix à treize jours. J'ai trouvé même qu'ils indiquent l'orage de douze à vingt-quatre heures avant son approche, sans que le baromètre ou l'aiguille aimantée le fassent prévoir encore. On voit toute l'importance de cette observation pour la prévision du temps, et l'on peut en tirer d'autant plus d'avantages qu'elle est périodique; elle permet de faire des prévisions pour toute l'année.

» Mais j'ai à signaler un résultat plus important au point de vue théorique. J'ai trouvé, par les observations de longue période, que l'on a la même périodicité pour :

20 années des observations des orages à Greenwich	13^{j},1
20 années » à Vienne	12,7
20 années » à Prague	12,9
20 années » à Windsor, en Australie	12,7
20 années » de crues d'eau à Windsor, en Australie	13,1
8 années » des aurores boréales à Abo et Helsingfors, par Argelander	12,8
Photographies solaires	12,0
Les cyclones américains, par Poey	12,5
Les typhons de la mer indo-chinoise	12,6
Le Catalogue de chutes de bolides et météorites de Quetelet donne pour vingt-trois siècles	12,3
Le Catalogue des périhélies de comètes de Chädler donne pour vingt et un siècles	12,8
Le Catalogue des plus grands tremblements de terre depuis le xive siècle jusqu'à nos jours, combiné par M. le professeur Sness, de Vienne, conduit à une période de	12,8

» J'ai eu l'honneur de communiquer, en janvier 1883, les résultats obtenus, avec les dates de périhélies de comètes les plus récentes, et avec les durées de leur révolution sidérale, dont la valeur moyenne s'approche de la durée d'une demi-rotation du Soleil, soit de 12^{j},569, tandis que la valeur la plus sûre, trouvée par l'observation des taches solaires à l'équateur, est de 12^{j},568, différence qui n'atteint pas un millième de jour.

» En comparant la durée de révolution des planètes avec cette période, nous trouvons que

$$\frac{nt}{2} = T,$$

où n est un nombre entier et t la durée de la rotation du Soleil, T la durée de la révolution sidérale de la planète.

» La Table ci-après montre l'accord, et, de plus, fait voir que la même loi s'applique avec une précision merveilleuse à tout autre système cosmique, à la Terre et à la Lune, à Jupiter, Saturne, Uranus et leurs satellites. En écrivant la durée de leurs demi-rotations, nous avons encore

$$\frac{t_1}{2} \times N = T',$$

durée de révolution du satellite.

» La symétrie merveilleuse que montrent les nombres entiers ou les multiples de demi-rotation prouve la simplicité et la symétrie parfaite dont le système solaire nous donne un exemple frappant.

» On peut considérer comme liés à la même loi de périodicité le mouvement planétaire, cométaire, celui des essaims météoriques, les grands mouvements dans les atmosphères planétaires, les aurores boréales, c'est-à-dire les changements de leur état électrique et magnétique, et enfin l'état intérieur et les mouvements séismiques des corps planétaires.

» Il me semble très vraisemblable que le Soleil se présente comme une machine dynamo-électrique énorme, reliée à d'autres et représentant les autres corps du système solaire, dont l'énergie se manifeste en déterminant tous les mouvements dans l'espace interplanétaire, et à la surface et à l'intérieur de planètes mêmes, et que leurs révolutions, comme celles des comètes et des météorites, ne sont que les mouvements résultant des actions des pôles dynamiques de cette énorme source d'énergie :

	N.	Demi-rotation calculée.
		j
Mercure	7	12,5669
Vénus	18	12,4945
Terre	29	12,5916
Mars	55	12,4905
Vesta	106	12,5066
Junon	127	12,5523
Cérès	134	12,5547
Camilla	195	12,5826

	N.	Demi-rotation calculée.
Jupiter.	344	j 12,5947
Saturne.	854	12,5986
Uranus	2436	12,5975
Neptune	4772	12,5979

SPECTROSCOPIE. — *Sur la production des groupes telluriques fondamentaux A et B du spectre solaire par une couche absorbante d'oxygène.* Note de M. **Egoroff**, présentée par M. l'amiral Mouchez.

« J'ai déjà eu l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats de recherches sur les raies telluriques, que je poursuis depuis plus de quatre ans. J'ai fait voir, par des expériences directes ([1]), que le spectre d'absorption de la vapeur d'eau varie avec la pression et que le groupe *a* est le groupe fondamental de ce spectre.

» Quant aux groupes A et B, on savait que Angström ([2]), pendant de grands froids, avait observé la disparition du groupe *a* dans le spectre solaire, tandis que A et B y persistaient.

» En partant de ces observations, on pouvait admettre que A et B étaient, ou des groupes solaires, ou des groupes intraplanétaires, ou enfin des groupes telluriques dus aux éléments de l'atmosphère autres que la vapeur d'eau.

» Les expériences successives faites à l'Observatoire de Paris ([3]) sur l'absorption élective des couches atmosphériques de différentes épaisseurs entre les limites de 10 000^{m} et 80^{m} ont montré que les groupes A et B sont des groupes telluriques et que le groupe A en est le plus fondamental. Des observations directes sur les spectres d'absorption des gaz : acide carbonique, ammoniaque, ozone, pris en couches correspondant à des couches atmosphériques de 100^{km} et plus d'épaisseur, ont démontré que ces corps étaient étrangers à la production des groupes A et B. Il restait donc à rechercher l'influence de chacun des éléments de l'air sur la production des deux groupes en question. La solution de cet important pro-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 385; 1881.
([2]) Angström, *Recherches sur le spectre solaire*, 1869, p. 39.
([3]) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 788, et t. XCV, p. 447.

blème était beaucoup facilitée par ce fait, constaté dans mes expériences antérieures [1], que A persistait encore lorsqu'on faisait passer la lumière à travers une couche atmosphérique de 80^m.

» D'après cela, on pouvait s'attendre à ce qu'une couche d'air de 20^m d'épaisseur, prise à la pression de 5^{atm}, étant équivalente à une couche atmosphérique de 100^m d'épaisseur, produira A dans le spectre de la lumière de Drummond.

» Il restait à en faire la vérification expérimentale. Dans ce but, j'ai installé au laboratoire de Physique de l'Université de Saint-Pétersbourg un tuyau de 20^m de longueur et 50^{mm} de diamètre, dans lequel les gaz pouvaient être comprimés jusqu'à 15^{atm}. La lumière Drummond était concentrée, après son passage dans le tuyau, sur la fente d'un grand spectroscope de Merz (prisme en thallium), au moyen d'une lentille achromatique ayant la même distance focale que le collimateur. Une pompe à acide carbonique pouvait comprimer une grande quantité de gaz en très peu de temps. Les gaz étaient soigneusement purifiés et desséchés.

» Voici les principaux résultats de mes expériences :

» 1. L'air comprimé à 5^{atm} donne A assez visible; mais, sous une pression de 8^{atm}, A devient plus foncé, plus net et plus large.

» 2. En ajoutant de l'oxygène à l'air compris dans le tuyau et en maintenant la pression du mélange à 7^{atm}, A devient très net sous forme d'un groupe double dont la partie la plus réfrangible est plus foncée que la partie voisine. Chaque groupe paraît être composé d'une multitude de lignes fines.

» 3. L'oxygène pur et sec à la pression de 1^{atm} donne A très visible. A la pression de 3^{atm}, A devient un groupe très nettement double. A la pression de 6^{atm}, au groupe A, très développé, vient s'ajouter le groupe B. A 8^{atm}, les deux groupes se renforcent et s'élargissent. *Donc les groupes* A *et* B *sont dus à l'oxygène de l'air* [2].

» 4. L'hydrogène comprimé à 3^{atm} ne produit aucune trace de ligne ou de bande dans la partie visible du spectre.

---

(1) *Comptes rendus*, 1882, 2e semestre.

(2) Il nous a été impossible de rechercher si la ligne α qui était produite par une couche atmosphérique de 1600^m (entre Montsouris et l'Observatoire, *Comptes rendus*, t. XCV, p. 447; 1882) appartenait à l'oxygène ou à l'azote de l'air; car, étant données les dimensions de notre tuyau, il nous aurait fallu expérimenter avec des pressions trop grandes 20 à 100^{atm}).

» 5. En vue de l'opinion récemment émise par M. Abney que les groupes A et B n'étaient pas des groupes atmosphériques (malgré mes observations entre l'Observatoire et le Mont-Valérien), et qu'ils devaient être attribués, en même temps que les groupes de l'ultra-rouge, à l'absorption par des hydrocarbures dans l'espace interplanétaire, il était intéressant de voir si A et B dus à l'oxygène ne coïncidaient pas avec des lignes ou des bandes des hydrocarbures. J'ai pu m'assurer que ni le gaz d'éclairage, ni l'air saturé de benzine pris à la pression de 3^{atm}, ne donnent trace de ligne ou de bande d'absorption ([1]). »

EMBRYOLOGIE. — *Note et considérations sur un fœtus qui a séjourné cinquante-six ans dans le sein de la mère;* par M. SAPPEY.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Lorsqu'un enfant est arrivé au terme de son développement, si un obstacle quelconque s'oppose à son expulsion, il ne tarde pas à périr et devient alors pour la mère la cause des plus graves accidents, dont la mort est la conséquence ordinaire. Dans quelques circonstances extrêmement rares, on a vu cependant le fœtus se comporter à la manière d'un simple corps étranger, auquel s'habituaient si bien tous les organes environnants, qu'une nouvelle grossesse a pu se produire et suivre son cours naturel.

» Comment ces enfants morts ont-ils pu se conserver dans le sein de leur mère vivante, pendant vingt-six ans comme celui de Toulouse, pendant vingt-huit ans comme celui de Sens, pendant trente ans comme celui de Pont-à-Mousson, pendant trente et un ans comme celui de Joigny, pendant quarante-sept ans comme celui de Leinzel en Souabe, et enfin pendant plus d'un demi-siècle comme celui de Quimperlé dont je parlerai plus loin?

» Dans le but d'expliquer leur conservation, deux théories ont été proposées. La plus ancienne est celle de la pétrification. Pour les auteurs qui l'admettent, les enfants conservés sont assimilables aux fossiles. Les principes immédiats de leur corps ont été remplacés, molécule à molécule, par une substance gypseuse, siliceuse ou calcaire, de telle sorte qu'ils ont changé de nature sans rien perdre de leur volume, de leur forme et de leur constitution primitive. Cette théorie s'appuie sur le durcissement ex-

([1]) Toutes les expériences que je viens de décrire ont été exécutées en collaboration avec mon ami M. Khamantof, attaché à l'Université de Saint-Pétersbourg.

trême qu'offraient la plupart des organes chez quelques fœtus. Ainsi Billement avance que le fœtus de Pont-à-Mousson était pétrifié. Bartholin, qui avait vu le fœtus de Sens dans le cabinet des curiosités de Frédéric III, roi de Danemark, affirme qu'il était dur comme la pierre. Mais, ni le fœtus de Leinzel en Souabe, ni le fœtus de Joigny, ni le fœtus de Quimperlé n'étaient pétrifiés; et la pétrification des fœtus précédents paraît d'ailleurs très contestable. Cette théorie est donc contredite par les faits observés.

» La seconde théorie est celle du dessèchement progressif.

» Mais le fœtus de Quimperlé, qui n'était pas desséché, vient lui donner le plus complet démenti. Elle était donc insuffisante aussi. Il fallait par conséquent en chercher une troisième qui pût nous expliquer, non seulement pourquoi un enfant se conserve lorsqu'il se dessèche, mais aussi pourquoi il se conserve lorsqu'il ne se dessèche pas. Cette nouvelle théorie prenant son point d'appui sur le fœtus de Quimperlé, j'en donnerai d'abord une rapide description.

» Afin de ne pas abuser des moments de l'Académie, je dirai seulement que la mère devint grosse à 28 ans. Parvenue à l'âge de 84 ans et jusque-là assez bien portante, elle fut admise en 1845 à l'hospice de Quimperlé et mourut trois semaines après son entrée. M. Beaugendre, qui lui avait donné ses soins, en fit l'autopsie. La paroi abdominale largement incisée, il put constater que la tumeur était située en dehors de la matrice, sur le trajet de la trompe utérine droite. Cette tumeur, comme toutes celles du même ordre, était constituée par un kyste à parois extrêmement dures, à surface inégale et mamelonnée. Le kyste enlevé, on le divisa à l'aide d'une scie en deux parties égales. Bien grande alors fut la surprise des spectateurs. Dans cette enveloppe, qui appartenait par tous ses attributs au monde minéral, il y avait un enfant! Et cet enfant, pendant sa longue captivité, n'avait subi aucune altération! Il se présentait dans l'attitude qui lui est ordinaire, les membres fléchis sur le tronc, la tête inclinée sur le thorax. Les deux membranes pupillaires complètement développées attestaient qu'il était âgé de six à sept mois. L'enveloppe cutanée, les organes superficiels, les viscères situés dans les grandes cavités du corps, tous les muscles et toutes les parties molles avaient conservé leur consistance, leur souplesse, leur couleur normales. Le fœtus, en un mot, apparut aux yeux des personnes présentes sous les traits d'un enfant qui vient de s'endormir. A ce spectacle inattendu, une sorte d'émotion s'empara de toute l'assistance et se propagea au dehors avec la rapidité de l'éclair. Aussi chacun d'accourir pour voir celui qu'on appelait le petit vieillard de 56 ans.

» Ce fait unique, je crois, dans les annales de la Science, suffit à lui seul pour réfuter la théorie du desséchement. Loin de moi cependant la pensée de méconnaître la haute portée du travail de Morand. Cet auteur avait bien compris que l'emprisonnement parfait du fœtus avait surtout pour avantage de le mettre à l'abri du contact de l'air. Mais nous savons aujourd'hui que l'air n'est pas nuisible en lui-même. Dans une expérience restée célèbre, M. Pasteur démontrait à l'Académie des Sciences, le 20 avril 1863, que, lorsqu'il est privé de ses germes, les matières organiques ne se décomposent pas. L'illustre expérimentateur s'exprime ainsi :

« J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie des ballons renfermant de l'air pur et du sang de chien en bonne santé. Ces ballons ont été exposés depuis le 3 mars dans une étuve constamment chauffée à 30°. Le sang n'a éprouvé aucun genre de putréfaction. Je dépose également sur le bureau des ballons pareils aux précédents, renfermant de l'urine fraîche; elle est restée intacte. »

» Entre ces ballons de M. Pasteur contenant des matières putrescibles et les ballons calcaires, dans lesquels se trouvaient renfermés les fœtus dont je viens de parler, il existe une saisissante corrélation. Seulement, dans les ballons de M. Pasteur il y avait des liquides putrescibles et de l'air privé de ses germes; dans les ballons que la nature avait construits de toutes pièces autour des fœtus qu'elle voulait conserver, il n'y avait ni air ni germes. De part et d'autre, en un mot, les germes atmosphériques faisaient défaut; et, de part et d'autre aussi, le contenu putrescible a résisté à la décomposition putride. Ainsi s'explique la conservation des enfants qui sont restés, après leur mort, un grand nombre d'années dans le sein de la mère. Ramenés à leur véritable interprétation, tous les faits précédemment mentionnés apportent donc une éclatante confirmation à la doctrine que M. Pasteur défend depuis vingt-cinq ans, avec tant de zèle, de succès, de dévouement et une si louable énergie. Devant ces faits, les théories anciennes doivent disparaître pour faire place à une théorie nouvelle, plus en harmonie avec les données de la Science moderne. Cette nouvelle théorie peut être ainsi formulée :

» Les enfants qui, après la mort, se conservent indéfiniment dans le sein de la mère sont redevables de leur conservation aux conditions physiques de leur emprisonnement qui ont pour avantage de les mettre à l'abri des germes atmosphériques.

» Un dernier mot sur le fœtus de Quimperlé. Après l'avoir attentivement examiné dans ses moindres détails, M. Beaugendre le déposa dans

un bocal rempli d'alcool un peu étendu et renouvela d'abord ce liquide de temps en temps pendant quelques années; puis plus tard, voulant éviter cette petite opération, il l'exposa à l'air libre pour le dessécher. Le traiter ainsi, c'était le dépouiller de son attribut le plus précieux et commettre un acte bien regrettable, que je reprochai à mon savant et distingué confrère. Il le reconnut avec franchise. Mais le mal était irréparable. La dessiccation, après immersion prolongée dans l'alcool, devait être et resta en effet définitive. C'est dans cet état qu'il m'a été remis et que j'ai l'honneur de le présenter à l'Académie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. **Petot** adresse un Mémoire intitulé « Extension des théorèmes de Pascal et de Brianchon aux surfaces du second ordre ».

(Commissaires : MM. Bonnet, Bouquet, Jordan.)

M. A. **Boillot** adresse, comme suite à ses recherches de Thermochimie, une Note intitulée « Chaleur relative aux combinaisons de l'hydrogène avec l'oxygène ».

Cette Note sera soumise, ainsi que la précédente, à l'examen d'une Commission composée de MM. Berthelot et Cahours.

M. A. **Netter**, M. **Rolin** adressent diverses Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. A. **Boblin** adresse une Note relative à la direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. N. **de Voit** adresse une Note relative à un fossile découvert en Russie, à l'île d'Oesel, province de Livonie.

(Renvoi à l'examen de MM. Hébert et Alph.-Milne Edwards.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Deux opuscules, en langue italienne, de M. *A. Genocchi,* portant pour titres « Analyse des écrits relatifs à la déviation du pendule et à l'expérience de Foucault », et « La Société des Quarante » ;

2° Une publication de M. *P. Mansion,* intitulée « Notes scientifiques extraites des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris* » (présentée par M. Faye);

3° Le Catalogue des Livres d'Histoire naturelle et de Médecine de la bibliothèque de feu *Aug. Muller,* professeur d'Anatomie à Kœnigsberg (adressé par M. Théodore Muller). Ce Catalogue sera renvoyé, avec la lettre qui l'accompagne, à la Commission administrative.

ASTRONOMIE. — *Sur quelques méthodes pour la détermination des positions des étoiles circompolaires.* Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Mouchez.

« Dernièrement, M. Lœwy a appelé l'attention des astronomes sur les difficultés que présente la recherche des positions des étoiles circompolaires, et il a indiqué plusieurs méthodes pour résoudre complètement le problème. Je me propose de réunir dans cette Note quelques remarques sur le sujet.

» On sait que la méthode habituellement employée consiste à observer une circompolaire à ses deux passages au méridien, à douze heures d'intervalle : si, pour le passage supérieur, par exemple, l'azimut de la mire (ou plutôt la moyenne des azimuts des deux mires au nord et au sud) est $a + \Delta a$, Δa étant la correction provenant d'une erreur de l'ascension droite de la polaire, la correction Δa sera prise en signe contraire pour le passage inférieur, et l'on aura $a + \Delta a = a' - \Delta a$, en supposant l'azimut de la mire invariable. Il n'y a que α Petite Ourse qui se prête à ce procédé, les autres polaires n'étant presque jamais observables pendant le jour. Les défauts de la méthode sont très sensibles : souvent ce n'est pas le même astronome qui observe le jour et le soir; l'instrument a pu se

déplacer dans l'intervalle et on ne peut se fier entièrement à la stabilité des mires.

» Une remarque de MM. Ch. André et Gonnessiat (*Comptes rendus* du 13 août) permet de réduire l'intervalle des observations à six heures environ, et les observations de jour peuvent être écartées.

» Que l'on déduise l'azimut de deux polaires, l'une passant vers minuit, l'autre vers 6^h du soir dans leurs passages supérieurs, on aura, si l'azimut ne varie pas pendant les six heures, Δa et Δa_1 étant les corrections afférentes aux deux polaires,

$$a + \Delta a = a_1 + \Delta a_1;$$

trois mois après, la première polaire passera à 6^h du soir et le passage inférieur de la seconde aura lieu vers minuit : on aura

$$a' + \Delta a = a'_1 - \Delta a_1;$$

trois mois plus tard, on aura de même la condition

$$a'' - \Delta a = a''_1 - \Delta a_1,$$

et enfin, pour les trois mois qui suivent,

$$a''' - \Delta a = a'''_1 + \Delta a_1.$$

Il est donc possible d'obtenir les corrections des ascensions droites des polaires avec les *seules observations de nuit* ne dépassant pas six heures en durée. Dans chaque série d'observations, on observe un ou plusieurs couples de polaires distantes d'environ six heures, et on les observe à leurs deux passages supérieur et inférieur d'une manière continue; quand les heures d'observation pour un couple deviennent incommodes, on prend d'autres couples. Il y a là un progrès notable sur le premier procédé. Ajoutons que les corrections des déclinaisons s'obtiennent avec des équations tout à fait analogues.

» On doit à M. Lœwy une méthode qui permet de déterminer à un instant quelconque la valeur de la quantité n et, par suite, l'ascension droite d'une étoile donnée. Si l'on a égard seulement à la pratique, où l'on remplace les sinus des petits arcs par les arcs eux-mêmes et les cosinus par l'unité, on peut concevoir les polaires distantes du pôle de $1°$ à $2°$ comme se déplaçant dans le plan tangent à la sphère céleste au pôle. Soit $90 + m$ l'angle horaire de l'axe instrumental, n sa déclinaison au-dessus de l'équateur, la trace de la ligne sans collimation sur le plan tangent,

quand la lunette se déplace, sera une droite faisant un angle m avec la verticale et distante du pôle de la quantité n. Les deux vis micrométriques en ascension droite et déclinaison du cercle méridien permettent de mesurer les deux coordonnées rectangulaires Δ distance de l'astre au plan instrumental, comptée positivement si l'astre est à l'est, ainsi que la distance polaire instrumentale P, affectée de la petite erreur du pôle.

» Supposons qu'on ait observé deux circumpolaires de distances p et p' peu différentes et qu'on ait trouvé, pour un même instant, par une combinaison convenable des observations, ΔP et Δ'P', xy étant les coordonnées du pôle ; on aura

$$\sqrt{(\Delta'-x)^2+(P'-y)^2}-\sqrt{(\Delta-x)^2+(P-y)^2}=p'-p;$$

la somme des deux radicaux sera de plus égale à très peu près à $p+p'$, puisque l'erreur du pôle est très faible. En faisant le produit de deux équations membre à membre, on aura, toutes réductions faites,

$$2(\Delta-\Delta')x+2(P-P')y+(\Delta'-\Delta)(\Delta'+\Delta)$$
$$+(P'-P)(P'+P)=(p'-p)(p'+p):$$

c'est l'équation d'une droite qui passe par le pôle. Si la droite est presque verticale, les deux astres étant symétriques par rapport au méridien, la droite mentionnée coupera l'axe des x ou des Δ en un point éloigné de l'origine de la quantité $-n$, et l'on aura, en faisant $y=0$ dans l'équation ci-dessus,

$$n=\frac{P'-P}{\Delta-\Delta'}\,\frac{P'+P}{2}-\frac{\Delta'+\Delta}{2}-\frac{p'-p}{\Delta-\Delta'}\,\frac{p+p'}{2}.$$

» M. Lœwy a montré toute la valeur de ce procédé qui emploie uniquement des mesures différentielles : $P'-P$ différence des déclinaisons instrumentales, et $p'-p$ différence des distances polaires, qui peut être obtenue avec une grande précision. Un procédé analogue est, d'ailleurs, applicable à la recherche de la correction du pôle.

» On peut encore, d'une autre manière, diminuer la durée nécessaire des observations, tout en suivant la pratique habituelle. Il est clair que s'il y avait, directement opposée à une polaire, une seconde étoile, on pourrait faire dans peu de minutes les observations séparées habituellement par un intervalle de douze heures, quand on observe les deux passages, et la même chose aurait lieu si l'on prenait une étoile ayant à peu près la même distance

polaire et dont la différence d'ascension droite avec la première étoile serait bien déterminée et d'environ douze heures. Considérons ainsi des couples d'étoiles sur un parallèle voisin du pôle. On doit admettre que la différence des ascensions droites d'étoiles de déclinaisons peu différentes est susceptible d'être déterminée avec précision comme la différence des déclinaisons elles-mêmes. En faisant les mesures habituelles sur ces nouveaux couples, pour lesquels les différences d'ascension droite et de déclinaison seront obtenues avec une précision croissante, on aura tout ce qui est nécessaire pour la détermination des ascensions droites et déclinaisons. »

ASTRONOMIE. — *Sur la mesure du temps. Réponse aux observations de* M. E.-J. Stone. Note de M. **A. Gaillot**, présentée par M. Mouchez (¹).

« Rappelons l'équation qui définit le jour moyen j, savoir

$$(n - n' + \mathrm{P}) \times j = 2\pi,$$

où, l'unité de temps étant arbitraire, n, n' et P représentent respectivement, rapportées à cette unité arbitraire, la vitesse de rotation de la Terre, le moyen mouvement apparent du Soleil, et une vitesse angulaire dépendant du mouvement de l'écliptique.

» M. Stone n'admet pas que, dans cette équation, n, n' et P soient des variables indépendantes, car, dit-il, en substance, ces quantités dépendent immédiatement de l'unité de temps employée.

» Il y a là une équivoque que nous avions cru éviter en prenant une unité arbitraire, mais exactement la même dans l'équation rapportée ci-dessus et dans les équations différentielles que nous en avons déduites, j et δj étant simplement des multiples entiers ou fractionnaires de cette unité invariable. Or, cette question de l'unité de temps étant écartée, je ne connais aucune loi liant entre elles les quantités n et n', de telle sorte que, la discussion de l'ensemble des observations ayant conduit à apporter un changement $\delta n'$ à la valeur n' primitivement adoptée pour l'une d'elles, il en doive résulter un changement dans la valeur n de l'autre. Je ne connais, par exemple, aucune loi qui s'oppose à ce qu'un corps céleste ait exactement la même vitesse de rotation que la Terre, quoique la durée de sa révolution autour du Soleil soit de six mois ou bien de deux ans.

(¹) Voir les *Comptes rendus* du 16 juillet et du 13 août.

» La solution peut d'ailleurs être facilement mise à la portée de tout le monde.

» En effet, le temps sidéral à midi moyen TS a pour expression

$$\text{TS en temps} = \frac{\text{longitude moyenne du Soleil}}{15} + \text{nutation en Æ};$$

d'autre part, t étant le nombre d'années juliennes écoulées depuis le midi moyen du 1er janvier 1850, la longitude moyenne du Soleil, en négligeant les termes qui dépendent du carré du temps, dont nous n'avons pas à nous occuper dans ce qui va suivre, est définie ainsi, par Bessel,

$$B = 280^\circ 46' 36'',12 + 1.296.027'',6182\, t;$$

par Le Verrier,

$$LV = 280^\circ 46' 43'',51 + 1.296.027'',6784\, t;$$

qu'en résulte-t-il?

» C'est que Bessel dit :

» Il sera midi moyen à Paris, le 1er janvier 1850, quand le méridien de Paris coïncidera avec le plan horaire dont l'ascension droite est égale à $\frac{280^\circ 46' 36'',12}{15}$ + nutation en Æ.

» Tandis que Le Verrier dit :

» Il sera midi moyen à Paris, à la même date, quand le méridien de Paris coïncidera avec le plan horaire dont l'ascension droite est égale à $\frac{280^\circ 46' 43'',51}{15}$ + nutation en Æ.

» La distance de ces deux plans horaires est, en temps, de $\frac{7'',39}{15}$ ou de $0^s,49$; et le méridien de Paris devra en conséquence mettre $0^s,49$, en vertu du mouvement de rotation de la Terre pour passer du premier plan horaire au second; le temps moyen, d'après Bessel, sera donc $0^h 0^m 0^s,49$ quand il sera $0^h 0^m 0^s,00$ suivant Le Verrier.

» Au bout de 100 années juliennes, soit 36525 jours solaires, le 2 janvier 1950, d'après le Calendrier grégorien (1), on aura, en faisant $t = 100$ dans les formules précédentes, et retranchant de chaque résultat 100 fois

(1) L'année 1900 n'est pas bissextile, d'où il suit que l'écart entre le calendrier julien et le calendrier grégorien s'augmente d'un jour.

360° ou 100 fois 1.296.000″,

$$B_1 = 281^\circ 32' 37'',94 \quad \text{et} \quad LV_1 = 281^\circ 32' 51'',35,$$

et, appliquant à cette date le raisonnement précédent, on verra que le midi moyen, d'après Le Verrier, arrivera $\frac{13'',41}{15}$ ou $0^s,89$ après le midi moyen défini par Bessel; c'est donc, en 100 années juliennes, un accroissement, dans la difference, de $0^s,89 - 0^s,49 = 0^s,40$, soit $0^s,004$ par an. On voit encore ainsi que, pour avoir le temps moyen d'après Bessel correspondant au temps moyen d'après Le Verrier, il faut augmenter celui-ci de

$$\delta t = +0^s,49 + 0^s,004\,t,$$

comme nous l'avons dit dans notre précédente Communication.

» Étudions maintenant la question au point de vue pratique. Puisque, d'après M. Stone, l'écart constaté entre la théorie et l'observation de la Lune tient à l'usage des *Tables du Soleil* de Le Verrier, supprimons ces Tables, supprimons également la *Connaissance des Temps* et le *Nautical Almanac*, qui les emploient. Ne conservons que les *Tabulæ Regiomontanæ* de Bessel et les *Tables de la Lune* de Hansen. A l'aide des premières, nous calculerons le temps moyen correspondant au temps sidéral d'une observation; avec les autres, nous calculerons la position théorique correspondante de la Lune, et nous comparerons à la position observée.

» Par l'emploi de cette méthode, qui nous mettra, je l'espère, à l'abri des critiques que M. Newcomb [1] adresse à l'introduction d'un terme séculaire, nous trouverons que l'écart constaté actuellement entre la théorie et l'observation de la Lune n'est diminué que de 0″,3 ou 0″,4, et par conséquent d'une quantité tout à fait insuffisante, puisque cet écart dépasse aujourd'hui 10″.

» Nous pourrons donc, avec une entière sécurité, revenir aux Tables de Le Verrier, dont la précision n'est guère discutable, et à la *Connaissance des Temps* ou au *Nautical Almanac*. Nous pourrons seulement, si nous voulons apporter la plus rigoureuse précision dans le calcul des positions théoriques de la Lune, tenir compte du petit accroissement du temps moyen dont nous avons donné l'expression ci-dessus. »

---

[1] *The Observatory*, août 1883.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur une formule relative à la vitesse des ondes, en réponse à M.* Gouy; par lord **Rayleigh.**

« Dans les *Comptes rendus* du mois de mai 1882, M. Gouy fait allusion à des Mémoires que j'ai publiés dans le journal *Nature*, en 1881, et rappelle un Mémoire publié antérieurement par lui-même (*Comptes rendus*, novembre 1880), dans lequel se trouve la formule

$$U = \frac{dn}{dk} = \frac{d\frac{1}{T}}{d\frac{1}{\lambda}}.$$

» Je désire faire remarquer que cette formule a été donnée avec une généralité complète dans le premier volume de mon ouvrage *the Theory of Sound*, publié en 1877. J'en ai examiné l'application à une variété de cas, dans un Mémoire lu un peu plus tard (nov. 1877), devant la Mathematical Society. L'application à la vitesse de la lumière a seulement été omise, parce que, à cette époque, personne ne supposait que la vitesse de la lumière fût variable avec la longueur des ondes. Plus tard, les expériences de MM. Young et Forbes démontrèrent, d'après eux, cette variation. Ce fut l'occasion de mes lettres adressées au journal *Nature*.

» J'attends avec intérêt les développements promis par M. Gouy. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Recherches sur les groupes d'ordre fini, contenus dans le groupe des substitutions quadratiques homogènes à trois variables.* Note de M. **L. Autonne.**

« Considérons les deux équations linéaires

$$P = P_1 y_1 + P_2 y_2 + P_3 y_3 = 0, \quad P_i = p_{i1} x_1 + p_{i2} x_2 + p_{i3} x_3,$$
$$Q = Q_1 y_1 + Q_2 y_2 + Q_3 y_3 = 0, \quad Q_i = q_{i1} x_1 + q_{i2} x_2 + q_{i3} x_3,$$
$$i = 1, 2, 3,$$

les p et les q désignant des constantes. On en tire

$$\rho y_1 = P_3 Q_2 - P_2 Q_3, \quad \rho y_2 = P_1 Q_3 - P_3 Q_1, \quad \rho y_3 = P_2 Q_1 - P_1 Q_2;$$

y_i est donc déterminé (à part le facteur ρ qui ne joue aucun rôle) et s'exprime par une fonction quadratique homogène des x_i. Si les x_i sont les

coordonnées homogènes dans le plan d'un point x, le point y, dont les coordonnées sont les y_i, sera parfaitement déterminé. La substitution quadratique S, définie par les équations $P = 0$, $Q = 0$, remplacera le point x par le point y et pourra s'écrire

$$S = | \; x_i \quad y_i \; | = | \; x_i \quad \delta_i(x) \; |,$$
$$\delta_1(x) = P_3 Q_2 - P_2 Q_3, \quad \ldots.$$

Les équations $P = 0$, $Q = 0$ déterminent aussi, quand on les résout par rapport à x_i, une substitution S^{-1}, qui remplace le point y par le point x. (Voir, pour ce qui précède, CLEBSCH, *Leçons sur la Géométrie*, traduction A. Benoît, t. II, p. 190.)

» Cela posé, considérons deux substitutions quadratiques

$$S = | \; x_i \quad \delta_i(x) \; |,$$

définie par les deux équations $P = 0$, $Q = 0$, et

$$S' = | \; x_i \quad \delta'_i(x) \; |,$$

définie par les deux équations $P' = 0$, $Q' = 0$.

» J'appelle substitution SS', produit des deux substitutions S et S', la substitution qui remplace x_i par y_i, y_i étant donné par les deux équations linéaires :

$$P^0 = P_1^{(0)} y_1 + P_2^{(0)} y_2 + P_3^{(0)} y_3 = 0, \quad P_i^{(0)} = p_{i1} \delta'_1(x) + p_{i2} \delta'_2(x) + p_{i3} \delta'_3(x),$$
$$Q^0 = Q_1^{(0)} y_1 + Q_2^{(0)} y_2 + Q_3^{(0)} y_3 = 0, \quad Q_i^{(0)} = q_{i1} \delta'_1(x) + q_{i2} \delta'_2(x) + q_{i3} \delta'_3(x),$$
$$\delta'_1(x) = P'_3 Q'_2 - P'_2 Q'_3, \quad \ldots.$$

» La substitution SS' sera, en général, d'ordre quatre; s'il arrive que les $P_i^{(0)}$ aient un facteur linéaire commun, s'il en est de même des $Q_i^{(0)}$, les deux équations $P^{(0)} = 0$, $Q^{(0)} = 0$, qui définissent SS', seront linéaires, SS' sera quadratique et de même forme que S et S'. Dans ce cas, S et S' font partie d'un même *groupe quadratique homogène à trois variables*. C'est là le seul cas dont je m'occuperai dans la suite; si, en effet, on n'impose pas à la substitution SS' l'obligation d'être quadratique, comme les deux substitutions-facteurs qui la composent, le groupe dérivé de S, S', S'', ... sera un groupe de substitutions Cremona; je n'entreprendrai pas pour le moment l'étude de pareils groupes.

» Un groupe quadratique est d'*ordre fini* s'il ne contient qu'un nombre

limité de substitutions. Les propriétés des groupes quadratiques d'ordre fini sont énoncées dans trois théorèmes fondamentaux :

» Théorème I. — *On peut toujours faire en sorte, par un choix convenable de coordonnées, que toutes les substitutions d'un groupe quadratique appartiennent à l'une des deux formes*

$$(1)\qquad \left\{\begin{array}{ll} P_2 y_1 - P_1 y_3 = 0, & P_i = p_{i1} x_1 + p_{i2} x_2, \\ Q_3 y_1 - Q_1 y_2 = 0, & Q_i = q_{i1} x_1 + q_{i3} x_3, \end{array}\right\} i = 1,\ 2,\ 3,$$

ou

$$(2)\qquad \left\{\begin{array}{ll} P_2 y_1 - P_1 y_2 = 0, & P_i = p_{i1} x_1 + p_{i2} x_2, \\ Q_3 y_1 - Q_1 y_3 = 0, & Q_i = q_{i1} x_1 + q_{i3} x_3, \end{array}\right\} i = 1,\ 2,\ 3.$$

» Les substitutions (1) sont dites de *première espèce;* les substitutions (2) seront dites de *seconde espèce.*

Théorème II. — *Pour qu'un groupe quadratique, formé exclusivement de substitutions de seconde espèce*

$$S \left\{\begin{array}{ll} P_2 y_1 - P_1 y_2 = 0, & P_i = p_{i1} x_1 + p_{i2} x_2, \\ Q_3 y_1 - Q_1 y_3 = 0, & Q_i = q_{i1} x_1 + q_{i3} x_3 \end{array}\right.$$

soit d'ordre fini, il faut et il suffit que les groupes linéaires fractionnaires à deux variables : A, *dérivé des substitutions*

$$\left| \frac{\lambda}{\mu},\ \frac{p_{11}\lambda + p_{12}\mu}{p_{21}\lambda + p_{22}\mu} \right|,$$

B, *dérivé des substitutions*

$$\left| \frac{\lambda}{\mu},\ \frac{p_{11}\lambda + q_{13}\mu}{p_{31}\lambda + q_{33}\mu} \right|,$$

soient l'un et l'autre d'ordre fini.

» Théorème III. — *Un groupe quadratique d'ordre fini, contenant des substitutions de première espèce, résulte de la combinaison d'une substitution* T *de première espèce et d'ordre deux*

$$T \left\{\begin{array}{l} x_1 y_1 - R x_2 y_3 = 0, \\ x_1 y_1 - R x_3 y_2 = 0, \end{array}\right\} R^2 = 1,$$

avec un groupe formé exclusivement de substitutions de seconde espèce

$$S \left\{\begin{array}{l} (p_{21} x_1 + p_{22} x_2) y_1 - (p_{11} x_1 + p_{12} x_2) y_2 = 0, \\ (-p_{12} x_1 + R p_{22} x_3) y_1 - (R p_{11} x_1 - p_{21} x_3) y_3 = 0. \end{array}\right.$$

» Les substitutions de première espèce du groupe sont toutes d'ordre

deux; les substitutions S sont échangeables entre elles; le groupe linéaire fractionnaire à deux variables

$$\left| \frac{\lambda}{\mu}, \frac{p_{11}\lambda + p_{12}\mu}{p_{21}\lambda + p_{22}\mu} \right|$$

est d'ordre fini.

» L'étude des groupes quadratiques est donc ramenée à celle des groupes linéaires fractionnaires à deux variables, qui a été complètement faite par plusieurs géomètres, notamment par MM. Jordan et Poincaré.

» Une substitution S, définie par les deux équations linéaires en x_i et y_i, n'est pas forcément quadratique; une pareille substitution se réduit à l'ordre un ou zéro, si les $\delta_i(x)$ ont un facteur commun linéaire ou quadratique. Il existe donc des groupes quadratiques *mixtes*, c'est-à-dire contenant des substitutions linéaires. Si l'Académie veut bien le permettre, ces groupes mixtes seront l'objet d'une prochaine Communication. »

OPTIQUE. — *Sur les anomalies focales des réseaux*. Note de M. **H. Merczyng**, présentée par M. Mouchez.

« En étudiant depuis quelques années les anomalies focales des réseaux, nous avons fait une série de mesures expérimentales, dont nous rapportons ici quelques résultats.

» Nous nous proposons de déterminer la relation qui existe entre la variation de l'angle d'incidence des rayons lumineux tombant sur le réseau (i) et la variation de la distance focale du réseau. Toutes nos déterminations ont été faites à l'aide de trois réseaux à réflexion, construits par M. Rutherfurd; deux d'entre eux (V_1 et V_2) appartiennent au Cabinet de Physique de l'Université de Varsovie, le troisième (P) au cabinet de l'Université de Saint-Pétersbourg. Pour les trois réseaux, l'élément du réseau ε est égal à $0^{mm},0014685$ (17296 traits par pouce anglais). Le réseau V_1 porte 15480 traits, V_2 en a 30240, P porte 29880 traits.

» Dans toutes nos expériences, nous avons employé la lumière monochromatique du sodium, $\lambda = 588,89$ millioniėmes de millimètre, selon Angström, et, pour la mesure des angles, le goniomètre de Meyerstein. Le collimateur était orienté d'une manière aussi précise que possible à l'infini, pour que les rayons en sortissent parallèles. Les variations des distances focales étaient mesurées à l'aide d'un oculaire mobile.

» Les résultats de ces mesures ont été dressés graphiquement. Ainsi

nous avons obtenu les courbes des variations des distances focales, en fonctions des angles i. En outre, nous avons défini pour chaque distance focale mesurée (l'angle i connu) l'angle Ω entre les rayons diffractés et l'image réfléchie de la fente du collimateur, et l'angle Δ entre les rayons diffractés et les rayons sortant du collimateur. Il est évident que $\Delta = 2i \pm \Omega$.

» Voici quelques résultats de 150 mesures expérimentales environ :

» 1. Les rayons qui sortent du collimateur parallèles ne sont plus parallèles après la diffraction dans le réseau; le réseau agit comme une lentille convexe ou concave : pour les spectres situés d'un côté de l'image réfléchie de la fente comme lentille concave; de l'autre côté, comme lentille convexe.

» 2. La distance focale du réseau change avec l'angle d'incidence des rayons sur le réseau.

» 3. En désignant par F la distance focale, lorsque la lunette est orientée à l'infini (dans notre appareil F était $= 331^{mm},0$), par Δf les variations de F, lorsque nous observons les divers spectres de diffraction, nous trouvons : pour tous les spectres disposés d'un côté déterminé de l'image de la fente, $\Delta f > 0$; pour tous les spectres situés de l'autre côté, $\Delta f < 0$. Les valeurs absolues des Δf négatifs sont plus petites que celles des Δf positifs pour les mêmes angles Δ. Pour le réseau V_1, par exemple, le maximum des Δf positifs, $88^{mm},0$ ($\Delta = 97°24'$), correspond à une valeur négative de $\Delta f = -4^{mm},2$, pour le même angle Δ et dans le même spectre. Pour le réseau (P), le maximum Δf positif, $59^{mm},0$ ($\Delta = 106°2'$), correspond à Δf négatif $-6^{mm},0$.

» 4. Les courbes focales pour les trois réseaux et pour les trois spectres observés avaient une figure presque hyperbolique. Les asymptotes sont très peu inclinées vers les axes de coordonnées. Les courbes des spectres symétriques (par exemple le spectre situé à gauche de l'image de la fente, en observant les spectres à gauche du collimateur, et le spectre situé à droite de l'image, en observant à droite du collimateur) ne sont pas identiques. Les valeurs de Δf pour les mêmes angles sont différentes.

» 5. Les courbes focales pour les Δf positifs sont convexes vers l'axe des angles; les courbes avec les Δf négatifs sont presque toutes concaves.

» 6. Presque toutes les courbes focales traversent l'axe des angles Δ au point où $\Delta = 0$. On sait que, pour $\Delta = 0$, nous avons le cas du minimum de déviation dans les réseaux à réflexion. Or, dans ce cas, pour $\Delta = 0$, nous avons aussi $\Delta f = 0$, c'est-à-dire que les rayons diffractés quittent le

réseau parallèles. On ne peut pas constater ce fait à l'aide d'une expérience, parce que, pour $\Delta = 0$, les rayons diffractés retournent au collimateur.

» 7. Les variations Δf pour les mêmes angles et les mêmes spectres diffèrent en employant divers réseaux, quoique ces réseaux aient le même élément de réseau.

» Ce dernier résultat prouve que la cause des anomalies focales des réseaux *à réflexion* n'est pas l'irrégularité du tracé des traits sur leur surface. Tous les réseaux que nous avons employés ont le même élément ε, sont construits par le même mécanicien et probablement avec la même machine : les irrégularités du tracé sont vraisemblablement les mêmes; malgré cela, les variations des distances focales diffèrent pour divers réseaux. Nous supposons que les réseaux de M. Rutherfurd ne sont pas mathématiquement plans; au contraire, ils ont une faible courbure. Les réseaux de M. Rutherfurd sont en ce cas analogues aux réseaux de M. Rowland.

» Nous ajoutons ici les données de quelques mesures. Nous choisissons les données expérimentales pour le deuxième spectre gauche, à gauche du collimateur, réseau (V_2), $\Delta f > 0$, parce que c'est l'un des spectres dans lesquels on remarque le plus nettement la figure hyperbolique des courbes focales.

Expériences.	Angle Ω.	*i*.	Δ.	Δ*f*.
A...........	52°.10′.10″	−1°.52′.40″	48°.24′.50″	mm + 4,8
B...........	53.42.50	+0.34. 0	54.50.50	+ 6,4
C...........	55.44.40	+3. 3.20	61.51.20	+ 9,8
D...........	57.27. 0	+4.43.10	66.53.20	+12,5
E...........	59.16. 0	+6.10.10	71.36.20	+16,0
F...........	60.48.40	+7.11.30	75.11.40	+22,5
G...........	63.39.30	+8.40.20	81. 0.10	+33,0

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'absorption des rayons ultra-violets par les milieux de l'œil et par quelques autres substances*. Note de M. **J.-L. Soret**.

« Dans de précédentes Notes (¹), j'ai fait connaître que le spectre ultra-violet des humeurs aqueuse et vitrée est caractérisé par une bande d'absorption coïncidant avec les raies 17 et 18 du cadmium, suivie d'une bande de transparence sur la raie 22. J'ai recherché quelle est la sub-

(¹) *Comptes rendus* du 19 mai 1879 et du 30 juillet 1883.

stance à laquelle cet effet doit être attribué : quoique je n'aie pas encore réussi à la déterminer, je suis arrivé à des résultats qui me paraissent présenter de l'intérêt.

» 1. Cette substance n'appartient pas, comme je l'avais supposé d'abord, au groupe des albuminoïdes, dont l'étude spectrale fera l'objet d'une prochaine Note. Elle doit être cristalloïde : c'est ce que montre l'expérience suivante, qui fournit en même temps des indications sur son origine.

» On prend une douzaine de cristallins de bœuf, on les broie avec du sable et 150^{cc} à 200^{cc} d'eau, on passe au travers d'un linge, et l'on verse le liquide, qui contient une forte proportion de globuline, dans un dialyseur flottant sur de l'eau distillée. Au bout de vingt-quatre heures, on arrête l'opération et l'on rapproche l'eau extérieure, dans laquelle se sont répandus les corps cristalloïdes. Le spectre ultra-violet du liquide ainsi obtenu présente une grande analogie avec celui de l'humeur aqueuse : la bande d'absorption sur la raie 18 du cadmium et la bande de transparence sur 22 sont nettement accusées. Ce maximum et ce minimum sont toutefois moins prononcés que dans l'humeur aqueuse; mais cette atténuation est l'effet ordinaire qui se produit lorsqu'à une substance caractérisée par une bande obscure on ajoute quelque autre substance absorbante n'ayant rien d'électif; on peut donc l'attribuer aux impuretés résultant de la manipulation.

» La quantité de matière que l'on obtient, par l'évaporation complète du liquide préparé dans une seule opération, est trop faible pour qu'on puisse la purifier et l'analyser [1].

» Il est très probable, d'après cette expérience, que la substance absorbante dont il est ici question se forme dans le cristallin, d'où elle se répand par dialyse, soit dans l'humeur aqueuse, soit dans l'humeur vitrée. Sa présence contribue à rendre le cristallin opaque pour les rayons ultra-violets très réfrangibles, car elle arrête ceux que la globuline laisse le mieux passer (raie 18), sans toutefois laisser masquer complètement la bande d'absorption caractéristique de ce dernier corps.

» 2. J'ai étudié un assez grand nombre de corps dont la présence dans les humeurs aqueuse et vitrée peut être soupçonnée avec plus ou moins de

---

[1] M. le professeur Denis Monnier, qui a eu la complaisance de l'examiner, a reconnu qu'elle cristallise en aiguilles analogues à celles de la leucine, de la tyrosine, etc. La préparation, assez difficile à répéter pendant la saison chaude, sera reprise en grand cet automne; M. Monnier a bien voulu me promettre d'en faire l'étude chimique.

probabilité ; aucun d'eux ne m'a donné un spectre semblable à celui de ces humeurs. La sarcine alcalinisée à la soude présente bien quelque analogie, mais j'ai des raisons de douter de son identité avec la substance recherchée. Voici l'indication sommaire des résultats obtenus sur cette série de corps :

» *Corps présentant une transparence très grande, ou relativement très grande, sans rien d'électif.* — Urée (une solution de 240^{gr} dans 1^{lit}, sous une épaisseur de $0^{m},010$, n'intercepte pas complètement la raie 25 du Cd), sucre de canne, glucose, gélatine, taurine, biuret, chlorhydrate de glycocolle, chlorhydrate de leucine, leucine (une solution de $1^{gr},777$ dans 1^{lit}, sous une épaisseur de 20^{mm}, n'intercepte pas complètement la raie 22 du Cd).

» *Corps plus absorbants, sans rien d'électif.* — Allantoïne (très transparent jusqu'à 18). — Acide hippurique [*id.* (¹)]. — Les cholalate, glycocholate et taurocholate de soude sont très transparents jusqu'à la raie 12 ; au delà, leur courbe d'absorption, sans accuser de bande bien nette, présente des inflexions qui sont peut-être dues à des impuretés (matières colorantes brunâtres). — Alloxane (très transparent jusqu'à 14, très absorbant au delà).

» *Corps présentant des bandes d'absorption.* — L'acide urique en dissolution aqueuse ($\frac{1}{15000}$ environ) donne un spectre remarquable, caractérisé par une bande d'absorption très prononcée sur 16 (épaisseur d'extinction 6^{mm}), suivie d'une bande de transparence sur 18 (épaisseur d'extinction 20^{mm}), puis une deuxième bande d'absorption plus large que la première sur 22 (épaisseur d'extinction 6^{mm}), suivie d'une nouvelle bande de transparence sur 24, 25 et 26 (épaisseur d'extinction 9^{mm}); l'absorption augmente ensuite rapidement.

» Le *cyanate de potassium* (73^{gr} dans 1^{lit}) diminue rapidement de transparence à partir de 12 et surtout de 17; il se manifeste un minimum de transmission un peu avant 22 (épaisseur d'extinction $1^{mm},8$), puis la transparence augmente légèrement sur 24 (épaisseur d'extinction $2^{mm},4$) pour décroître ensuite lentement. La bande d'absorption près de 22 est donc très peu prononcée.

» La sarcine ($0^{gr},24$ dans 1^{lit}) est très transparente jusqu'à 16 et très absor-

---

(¹) L'acide hippurique a déjà été étudié par MM. Hartley et Huntington (*Philos. Transactions*, Part I, 1879); j'ai obtenu une transparence plus grande que celle qu'ils ont indiquée pour ce corps.

bante au delà; elle présente une bande d'absorption prononcée sur 20 (épaisseur d'extinction 1^{mm}), puis une bande de transparence sur 24 et 25 (épaisseur d'extinction 5^{mm}), après laquelle l'opacité augmente rapidement.

» La tyrosine (¹) ($0^{gr},40$ dans 1^{lit}) est très transparente jusqu'à 16; au delà, elle est généralement moins absorbante que la sarcine; elle présente une bande d'absorption prononcée sur 17 (épaisseur d'extinction $8^{mm},8$), suivie d'une bande de transparence dont le centre est entre 20 et 21 (épaisseur d'extinction 24^{mm}); l'absorption augmente ensuite rapidement, avec une légère reprise de transparence sur 26.

» La tyrosine artificielle, dont M. Erlenmayer a bien voulu m'envoyer un échantillon, donne exactement le même spectre que la tyrosine d'origine animale. L'alanine n'offre pas les mêmes caractères et n'a rien d'électif.

» Cette étude, nécessairement très incomplète encore, montre qu'un grand nombre des principes immédiats répandus dans l'organisme possèdent des propriétés d'absorption bien caractérisées, et assez faciles à déterminer pour que la Chimie biologique puisse en tirer parti. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure des différences de potentiel et des résistances entre électrodes.* Note de M. G. CABANELLAS. (Extrait.)

« J'ai eu l'honneur, en 1881, de présenter à l'Académie « quelques moyens et formules de mesure des éléments électriques et des coefficients d'utilisation avec le dispositif à deux galvanomètres ». La Note dont il s'agit a été insérée dans les *Comptes rendus*, séance du 16 juin 1881.

» Entre autres, je donnais les formules

$$E = \frac{i'\varepsilon - i\varepsilon'}{i' - i}, \quad r = \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{i' - i}.$$

ε est la différence des potentiels à la sortie de la résistance intérieure r pendant que circule l'intensité effective i. Ces formules sont tout à fait générales, le circuit peut être complété par des résistances extérieures inconnues et quelconques, même animées de forces électromotrices quelconques; ces formules comprennent donc *a fortiori* le cas plus simple considéré par M. Thévenin, où la source électrique est fermée sur des résistances inertes, connues, réduites l'une à la résistance g du galvanomètre

---

(¹) Le spectre de la tyrosine a déjà été étudié par MM. Hartley et Huntington.

d'intensité, l'autre à cette résistance augmentée d'une résistance auxiliaire connue a. En effet, si, dans notre formule générale, nous remplaçons ε et ε' par leurs valeurs particulières gi et $(g+a)i'$, nous retombons, comme cela doit être, sur les formules

$$R = a\frac{ii'}{i-i'} \quad \text{et} \quad r = a\frac{i'}{i-i'} - g,$$

données par M. Thévenin [*Comptes rendus*, t. XCVII, p. 453 ([1])]. »

CHIMIE. — *Nouveau mode de préparation de l'oxychlorure de phosphore.* Note de M. E. **Dervin**.

« Le chlorate de potasse réagit très énergiquement sur le trichlorure de phosphore; ainsi, quelques gouttes de ce liquide, versées sur un grand excès de chlorate de potasse finement pulvérisé, produisent une réaction très vive, souvent accompagnée de lumière : la plus grande partie des produits formés distille; dans ces produits se trouvent de l'oxychlorure et du pentachlorure de phosphore.

» Si l'on répète cette expérience en introduisant le chlorate de potasse dans le trichlorure de phosphore, l'action est moins vive que dans le cas précédent; elle l'est cependant assez pour déterminer l'ébullition du liquide. Si les corps employés sont pris en proportion convenable, le protochlorure est transformé en oxychlorure, et le chlorate de potasse en chlorure de potassium, accompagné d'un peu de phosphate de potasse.

» Lorsque l'humidité intervient, la proportion du phosphate de potasse augmente sensiblement. J'ai cru même, pendant un certain temps, que des traces d'eau ou d'acide chlorhydrique étaient indispensables à la réaction; mais de nombreuses expériences, faites avec le plus grand soin, m'ont paru démontrer le contraire.

» Quoi qu'il en soit, des faits qui précèdent et des données numériques exposées plus loin, il résulte que cette réaction peut être formulée de la

---

([1]) Dans ma Note insérée aux *Comptes rendus* de la séance du 30 juillet 1883, il s'est glissé une faute de composition dans la valeur de R, qui doit s'écrire :

$$R = \frac{R_E E(R_{E'} + r') - R_{E'} E'(R_E + r)}{E(R_{E'} + r') - E'(R_E + r)}.$$

Il est clair qu'avec $R_E R$, au lieu de $R_E E$, la formule ne serait même pas homogène.

façon suivante :

$$KO\,ClO^5 + 3PhCl^3 = 3PhCl^3O^2 + KCl.$$

» La facilité avec laquelle cette expérience s'effectue me détermine à proposer, dès aujourd'hui, cette réaction comme mode de préparation courante de l'oxychlorure de phosphore. Pour obtenir environ 540^{gr} de ce liquide, il convient d'opérer de la façon suivante :

» On place dans une cornue de 750 à 1000^{cc}, tubulée et bouchée à l'émeri, 500^{gr} de trichlorure de phosphore pur et surtout bien exempt de phosphore, puis on relie par un tube de caoutchouc épais le col de la cornue à un réfrigérant ascendant.

» L'appareil étant ainsi disposé, on laisse tomber par la tubulure de la cornue, soit au moyen d'un entonnoir, soit au moyen d'un petit tube fermé par un bout, 4^{gr} environ de chlorate de potasse fondu et finement pulvérisé. (Je le passe au tamis n° 100.) Dès que cette dose est introduite, on bouche la cornue. Le liquide s'échauffe et ne tarde pas à entrer en ébullition; quand l'ébullition a cessé, on verse avec les mêmes précautions une nouvelle dose de chlorate de potasse, puis on bouche le plus rapidement possible, car cette fois l'ébullition se produit presque instantanément.

» On continue ainsi les additions de chlorate de potasse, jusqu'à ce qu'on en ait employé 160^{gr}. La fin de la préparation est très nettement caractérisée par ce fait, que les trois dernières doses de chlorate de potasse, étant superflues, ne déterminent plus d'ébullition du liquide et donnent naissance à un léger dégagement de chlorure, surtout si des traces d'humidité sont intervenues dans le courant de l'expérience.

» Ces additions successives de chlorate de potasse exigent environ quatre heures. Quand elles sont terminées, on renverse le réfrigérant et l'on distille au bain d'huile; puis on chasse les dernières parties de l'oxychlorure par un courant d'acide carbonique sec.

» On obtient, de cette manière, au moins 540^{gr} d'oxychlorure de phosphore pur, contenant seulement des traces de chlore. Lorsqu'on le rectifie avec la précaution de perdre les premiers centimètres cubes qui contiennent le chlore, tout ce qu'on recueille ensuite est de l'oxychlorure de phosphore rigoureusement pur, bouillant à 107°-108°. (M. Riban a donné 107°,5.)

» Soumis à l'analyse, ce liquide m'a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
Ph	20,30	20,19
Cl	68,98	69,38
O (par diff.)	10,77	10,43

» Voici les résultats numériques obtenus en partant de 492gr de $PhCl^3$ et de 156gr de KO,ClO^5; soit 9gr,78 de KO,ClO^5 de plus que ne l'exige la formule ci-dessus.

Poids de $PhCl^3O^2$ obtenu	534gr	perte 15gr.
» » théorique	549gr	

Composition du résidu.

	Trouvé.	Calculé.
	gr	gr
KCl	89,12	88,97
KO,ClO^5	4,25	9,78
KO,PhO^5	7,64	»
Acide phosphorique	traces	»

» Ces nombres justifient l'équation posée précédemment.

» J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un flacon de 525gr d'oxychlorure de phosphore ainsi produit [1]. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Recherches sur l'innervation respiratoire; modifications des mouvements respiratoires sous l'influence de l'anesthésie.* Note de M. **Laffont**, présentée par M. Bouley.

« Plusieurs théories sont encore en présence pour expliquer l'influence des actions nerveuses sur les mouvements respiratoires. Devant revenir, dans une prochaine Communication, sur la question des filets inspirateurs et expirateurs qui seraient contenus, suivant certains auteurs, dans le tronc du vague, nous parlerons seulement aujourd'hui de l'influence des nerfs récurrents sur les mouvements respiratoires et des modifications apportées aux mouvements respiratoires par l'anesthésie.

» Cl. Bernard avait déjà vu (*Leçons sur le système nerveux*, t. II, p. 389), dans une expérience sur le lapin, que l'excitation des deux bouts périphériques du vague produit l'arrêt de la respiration. Arloing et Tripier, François-Franck ont constaté également que cette excitation était accompagnée de l'arrêt des mouvements respiratoires. Au contraire, pour Budge et Snellen, les mouvements respiratoires ne sont pas troublés dans ces conditions.

» D'autre part, Longet avait dit, en 1842, que la section des nerfs récurrents est suivie d'une augmentation du nombre des respirations; M. Paul Bert, en 1870, a prouvé qu'il n'en était rien. Enfin Rosenthal (1875) constate que l'excitation des nerfs récurrents arrête la respiration en expiration.

---

[1] Ces expériences ont été faites au laboratoire de l'Institut catholique de Paris.

» Tel est, jusqu'ici, l'état de la question ; nous voyons des résultats absolument opposés obtenus par des expérimentateurs également habiles. Nous devons donc rechercher si cette discordance ne provient pas de détails échappés à ces observateurs, et nous verrons, par exemple, que les différences d'âge des animaux changent ici complètement les résultats.

» Dans nos expériences, nous avons pris simultanément le tracé respiratoire par deux procédés différents : 1° tracé thoracique au moyen du pneumographe de M. Marey ; 2° tracé des changements de pression intrapulmonaire, par le procédé de M. P. Bert qui consiste à faire respirer l'animal par l'intermédiaire d'une muselière hermétiquement appliquée, dans un récipient vaste et fermé, en rapport avec un tambour enregistreur.

» Nous avons pu voir ainsi que, tandis que le tracé du pneumographe donne seulement des lignes d'ascension (expiration) et de descente (inspiration) régulièrement obliques, au contraire, le tracé des changements de pression intrapulmonaire donne, par ses variations dans les lignes d'ascension ou de descente, la décomposition exacte de la part qui revient dans la respiration à l'élasticité pulmonaire et aux différentes actions musculaires, de telle façon qu'il est facile, par exemple, de suivre l'action isolée de la rétraction du thorax ou du relâchement du diaphragme, qui se manifeste par une ligne très oblique d'ascension ou de descente, tandis que cette ligne se rapproche de la perpendiculaire lorsque ces actions sont simultanées. Nous avons pu encore, grâce à cette méthode, étudier mieux le phénomène de contraction des muscles droits de l'abdomen au premier temps de l'expiration. Cette action se traduit quelquefois, à cause de l'aplatissement et de l'élargissement transversal du thorax qu'elle produit, par une continuation de la ligne inspiratrice du pneumographe à laquelle correspond au contraire, en réalité, le début de l'expiration, ainsi que le montre le tracé de la pression intrapulmonaire.

» Disons d'abord que les excitations des différents nerfs (bouts centraux des nerfs vagues, nerfs laryngés, trijumeau, sciatique) nous ont fourni les mêmes résultats qu'à M. Paul Bert, c'est-à-dire l'arrêt des mouvements respiratoires, au moment même de l'excitation, quel que fût le temps de la respiration.

» Dans une seconde série d'expériences, nous avons porté l'excitation sur les bouts périphériques des deux nerfs vagues ou des deux nerfs récurrents; nous avons obtenu sur de *vieux animaux* les mêmes résultats que Budge et Snellen, c'est-à-dire aucun trouble des mouvements respiratoires.

» Au contraire, sur de jeunes animaux, la même excitation indolore est

accompagnée de l'arrêt immédiat des mouvements respiratoires, au moment même de l'excitation, soit en inspiration, soit en expiration, sur les deux tracés respiratoires. Ces différences de résultat tiennent à des différences de largeur d'orifice de la glotte intercartilagineuse, chez ces différents animaux; suffisante chez les premiers pour assurer la fonction respiratoire, la glotte intercartilagineuse est insuffisante chez les jeunes animaux qui, ayant conscience de l'imperméabilité forcée de l'ouverture laryngienne, suspendent d'eux-mêmes leur respiration.

» Vient-on alors à anesthésier l'animal, de façon à abolir la sensibilité, on observe, par l'excitation des deux nerfs récurrents, un phénomène que seul l'examen de deux tracés intrapulmonaire et thoracique nous permet de comprendre et d'analyser : le tracé de la pression intrapulmonaire indique un arrêt instantané, provoqué par l'exclusion forcée du larynx, tandis que le tracé du pneumographe ne présente aucune modification. L'animal n'a plus conscience de l'impossibilité où il est de respirer, et, comme les fibres sensibles intrapulmonaires du vague et le centre respiratoire intrabulbaire sont toujours impressionnés par le sang désoxygéné, l'animal continue à faire des mouvements respiratoires normaux. L'anesthésie a encore pour effet de modifier le type respiratoire, du moins celui des animaux qui ont le type respiratoire thoracique. En effet, dans l'anesthésie parfaite, les animaux prennent le type respiratoire abdominal, c'est-à-dire que le diaphragme suffit, par ses alternatives de contraction et de relâchement, à assurer la fonction respiratoire. Aussi, pendant l'anesthésie, le phénomène d'étranglement du thorax, signalé par M. Paul Bert, est constant.

» Si le pneumographe est appliqué très haut, on voit, à chaque inspiration, les côtes inférieures se soulever par contraction du diaphragme, tandis que les côtes supérieures sont déprimées par une sorte de succion, d'où une ligne d'ascension expiratoire dans le tracé du pneumographe, correspondant exactement au début de l'inspiration dans le tracé intrapulmonaire, et ce n'est qu'à la fin de l'inspiration que la partie supérieure du thorax se dilate à son tour.

» Ces expériences nous ont encore permis d'étudier, plus exactement qu'on ne l'a fait jusqu'ici, l'ordre de disparition des réflexes, à mesure que l'anesthésie devient plus parfaite :

» 1° Disparition de la notion du moi;

» 2° Abolition des réflexes de sensibilité générale (externe de Cl. Bernard). L'excitation des différents nerfs cutanés ne provoque plus de douleur, de trouble de la respiration. L'excitation des deux nerfs récurrents

n'arrête plus la respiration des jeunes animaux, bien que l'occlusion forcée de l'ouverture laryngienne s'oppose à la circulation de l'air. Cependant, au même instant, l'excitation des troncs laryngés supérieurs provoque encore un ralentissement, un léger trouble de la respiration, qui devient moins ample. Ceci tiendrait-il à la sensibilité exquise du laryngé supérieur, ou ce nerf serait-il doué de sensibilité spéciale (interne inconsciente de Cl. Bernard, analogue à celle des filets intrapulmonaires du vague, en rapport avec la fonction respiratoire? A la même période, l'excitation du bout central du vague arrête la respiration dans les deux tracés.

» 3° Les réflexes de sensibilité inconsciente (interne de Cl. Bernard) disparaissent à leur tour, l'excitation du bout central du vague n'arrête pas la respiration; si le vague est intact, on obtient le même tracé qu'en excitant les nerfs récurrents.

» Le cœur est encore arrêté [1]. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une étoile filante, observée à Lille dans la soirée du 11 août.* Lettre de M. **Héquet** à M. Lœwy.

« Lille, le 14 août 1883.

» Le samedi 11 courant, à $8^h 50^m$ du soir, j'aperçus, en compagnie d'autres personnes, une étoile filante passant à l'ouest de la ville et marchant dans la direction du sud au nord. Cette étoile cheminait assez lentement, en serpentant un peu à la façon des chandelles romaines des feux d'artifice. Elle nous a paru avoir la grosseur et la forme d'un obus ayant environ $0^m,35$ de largeur.

» Elle était sombre à sa pointe antérieure, orangé rouge au milieu, violette à sa partie postérieure. On entrevoyait ensuite une sorte de fumée ou de vapeur.

» Elle a été visible pendant deux ou trois secondes; la corde qu'elle a paru former dans notre atmosphère sous-tendait un arc qu'on peut évaluer à 60° environ.

» Ce corps a disparu derrière des nuages qui se trouvaient à l'horizon. Je n'ai pu savoir s'il était tombé. Pas le moindre bruit entendu, ni pendant sa traversée, ni après.

» Je n'ai jamais vu une étoile filante de cette dimension et les personnes avec lesquelles je me trouvais ont éprouvé la même impression.

» A $9^h 50^m$ de la même soirée, une autre étoile filante de volume plus qu'ordinaire a été également aperçue au-dessus de l'horizon de Lille. Elle allait en sens contraire de la première, d'après ce qui m'a été dit, car je ne l'ai pas vue moi-même. »

M. **J. Nolan** adresse, d'Australie, une Note relative à l'influence des marées sur la constitution des corps célestes.

---

(1) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Lille.

M. A. **Bandsept** adresse, de Bruxelles, une Note relative aux phénomènes observés dans le choc des billes d'ivoire.

M. F. **Laur** informe l'Académie qu'une secousse de tremblement de terre a été ressentie à Feurs, dans la plaine du Forez.

L'auteur rappelle qu'il avait cru pouvoir, dans une Communication faite à l'Académie au commencement du mois d'août, annoncer de prochains phénomènes éruptifs, d'après l'observation des bouillonnements du geyser de Montrond. Suivant lui, ce serait la troisième fois que le geyser aurait fonctionné comme un avertisseur des phénomènes volcaniques.

En ce moment, on observe une période de calme extraordinaire, avec cessation de débit au milieu de l'intermittence, pendant deux à trois minutes. M. Laur pense que, s'il survenait une période de dépression barométrique brusque, après la période actuelle de fortes pressions, on devrait s'attendre à de nouveaux phénomènes.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 aout 1883.

Ministère de la Guerre. — Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre; t. I. Paris, Victor Rozier, 1883; in-8°.

Cours d'Analyse de l'Ecole Polytechnique; par M. C. Jordan, Membre de l'Institut. T. II: *Calcul intégral. Intégrales définies et indéfinies.* Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-8°.

La mer intérieure africaine (avec cartes); par le commandant Roudaire. Paris, Imprimerie de la Société anonyme de publications périodiques, 1883; br. in-8°.

Mémoire sur la théorie chimique de la production du gaz d'éclairage; par M. A. Guéguen. Paris, J. Michelet, 1883; br. in-8°.

Les vignes en chaintres. — *Moyen de reconstituer nos vignobles phylloxérés; par* G. BRIANT. Paris, J. Michelet, 1883; br. in-8°.

Indiana. — *Department of Geology and natural History* (*eleventh annual Report*); JOHN COLLETT, State geologist, 1881 et 1882. Indianopolis. Wm. B. Burford, State printer; 2 vol. in-8°.

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. TACCHINI. Roma, tipografia eredi Botta, 1883; br. in-4°.

Andamento annuale della pressione atmosferica del prof. DOMENICO RAGONA. Modena, coi tipi della Società tipografica, 1883; br. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 SEPTEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Au cours de la séance, M. le **Président** a prononcé les paroles suivantes :

« Messieurs,

» Le Président de l'Académie croit devoir rappeler qu'il y a trois jours, le doyen de l'Académie des Sciences, le doyen de l'Institut de France, M. Chevreul, a commencé sa quatre-vingt-dix-huitième année, conservant, outre la vigueur physique, cette jeunesse du cœur et cette activité de l'esprit que nous ne cessons d'admirer. Ainsi, c'est avec confiance que nous voyons approcher l'instant où l'Académie et la France fêteront le centenaire de l'un des savants les plus illustres de notre siècle.

» M. Chevreul appartient à l'Académie qu'il a tant honorée par ses travaux depuis cinquante-sept ans, et nous devrions en compter soixante-sept, si, par un sentiment de générosité bien rare, il ne se fût complètement effacé en 1816, pour laisser la place à un chimiste qu'il appelait son maître (1). »

(1) M. Proust.

ASTRONOMIE. — *Rapport à l'Académie sur la mission en Océanie, pour l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 6 mai 1883*; par M. J. **Janssen**, chef de la mission.

« La mission dont nous avions été chargé par le Gouvernement, l'Académie et le Bureau des Longitudes, avait pour but, comme on sait, d'observer la grande éclipse totale du 6 mai dernier et de profiter de la rare durée de ce phénomène pour essayer de résoudre certaines questions sur la constitution du Soleil et sur l'existence de planètes dites intra-mercurielles.

» Le lieu d'observation avait été fixé dans l'île Caroline, île située à 152°20′ de longitude ouest et 10° de latitude sud, c'est-à-dire à peu près par le méridien de notre belle île de Tahiti, mais à 200 lieues plus au nord. Cette station n'était pas absolument placée sur la ligne de centralité, mais elle s'en approchait beaucoup. Elle avait été jugée la moins défavorable pour l'observation d'un phénomène qui ne visitait que les parties maritimes de l'Océanie.

» A notre mission s'étaient adjoints MM. Tacchini, l'habile directeur de l'Observatoire de Rome, et Palisa, de l'Observatoire de Vienne, auquel la Science doit tant d'astres nouveaux.

» La partie française de l'expédition comprenait, outre son chef, M. Trouvelot, astronome attaché à l'Observatoire de Meudon, M. Pasteur, photographe, et un aide.

» Des circonstances indépendantes de notre volonté ne nous avaient laissé que très peu de temps pour les préparatifs de cette grande expédition. Et cependant l'étude des questions que nous allions aborder avait nécessité l'emploi d'instruments nouveaux de grandes dimensions, dont il eût été bien désirable que l'usage nous fût rendu sûr et familier par de suffisantes études préliminaires. Ces études n'avaient pu avoir lieu; il ne nous restait qu'à faire les plus grands efforts pour arriver à notre station avec une avance qui nous permît un essai suffisant de nos grands appareils. Ces appareils consistaient, indépendamment des grands instruments de MM. Tacchini et Palisa, et pour la partie française, en équatoriaux de 6 et 8 pouces ($0^m,16$ et $0^m,21$), destinés à la recherche oculaire des planètes intra-mercurielles, en un grand pied parallactique en acier et fonte, entraînant des appareils photographiques pour les photographies de la couronne et celle des régions circumsolaires, en des télescopes de $0^m,50$ et $0^m,40$

d'ouverture, instruments méridiens, tentes, etc., etc. C'était le matériel d'un bon observatoire de second ordre qu'il s'agissait de transporter à plus de 4000 lieues.

» Nous partîmes de Saint-Nazaire, le 6 mars, sur le paquebot de la Compagnie transatlantique *le Saint-Nazaire*. Le 27, nous abordions à Colon.

» Nous devons dire ici que nous n'eûmes qu'à nous louer de la manière dont la Compagnie traita la mission. A Colon, je trouvai M. Charles de Lesseps, qui était appelé à l'isthme par les affaires du canal. M. Ch. de Lesseps nous reçut avec une grande courtoisie et facilita beaucoup à notre matériel la traversée de Colon à Panama.

» A Panama, nous trouvions le navire de guerre *l'Eclaireur*, que M. le Ministre de la Marine avait bien voulu mettre à la disposition de la mission, et qui avait reçu l'ordre de quitter Callao, de venir nous prendre à Panama, et de nous conduire directement à Caroline.

» Nous étions alors fin mars, et nous avions environ 4300 milles à faire, pour atteindre notre station. La situation était presque critique.

» J'obtins du commandant qu'il prît un supplément de charbon en sus des provisions des soutes. Ce charbon fut placé sur le pont, ainsi que notre grand matériel. Ce fut cet approvisionnement supplémentaire, à mon sens encore insuffisant, qui sauva pour ainsi dire la situation, car nous trouvâmes l'alizé bien faible dans la région où l'on comptait le trouver frais et bien établi.

» L'aide que le vent nous apporta pendant cette longue traversée fut en réalité très faible, et le trajet dut s'effectuer presque entièrement par la vapeur.

» Nous nous dirigeâmes d'abord sur les Marquises, où nous fîmes du charbon, ce qui permit une marche un peu plus rapide sur Caroline. Enfin, le 22 au soir, nous étions en vue de cette île que j'attendais si anxieusement.

» Le navire américain *le Hartford* était au large : il venait de débarquer la mission américaine et s'apprêtait à partir pour Tahiti. Un officier vint nous visiter et nous instruisit des difficultés du débarquement.

» Le lendemain matin, nous commençâmes cette opération. Je descendis d'abord à terre, accompagné de MM. Tacchini, Palisa, Trouvelot, pour reconnaître les lieux, voir les astronomes américains et arrêter notre point d'observation.

» Caroline est une île basse, dont la partie émergée est entièrement formée de corail. Elle consiste en une série d'îlots disposés en forme de

couronne et réunis entre eux par des récifs coralliferes à fleur d'eau, sur lesquels la mer déferle constamment.

» Du côté où nous abordions l'île, le mur des récifs présente une lacune fort étroite, à peine suffisante pour le passage d'un canot. Cette passe nous fut signalée par l'officier américain. C'est par elle que nous pénétrâmes dans le Lagon ou mer intérieure. La Commission astronomique américaine nous reçut très cordialement. Ces Messieurs, quoique partis de Lima une quinzaine de jours avant nous, étaient arrivés depuis deux jours seulement. L'île Caroline contient des gisements assez importants de phosphate de chaux provenant de guano lavé par les pluies si abondantes de ces régions. Ce phosphate est exploité par une maison de commerce (MM. Houlder frères, de Londres) qui y envoie de temps en temps des travailleurs et qui, pour ses opérations, a fait construire deux grands chalets en bois. Les astronomes américains occupaient déjà à notre arrivée ces deux chalets, mais M. Holden, leur chef, m'offrit gracieusement l'un d'eux. Sur cette île déserte où les orages et les pluies diluviennes sont si fréquents, on comprend combien une telle ressource nous fut précieuse : aussi n'est-il que juste d'adresser ici nos remercîments aux propriétaires.

» Ce point si important fixé, nous arrêtâmes le lieu de nos observations. Nous retournâmes ensuite au navire pour l'opération du débarquement. Cette opération se fit ainsi : Les caisses étaient d'abord prises sur le pont par un palan et descendues dans un canot. Quand celui-ci était chargé, on le conduisait à l'entrée de la passe et, par une manœuvre rapide, on l'y faisait pénétrer. Il se trouvait alors dans les eaux calmes du Lagon intérieur, mais bientôt il était forcé de s'arrêter par man que de fond. Il fallait alors transborder les caisses qu'il contenait dans un petit bateau plat, calant seulement quelques centimètres et qui, poussé par les matelots marchant dans l'eau, amenait la charge très près du rivage. On reprenait alors les caisses sur les épaules et on les conduisait au lieu que nous avions désigné. Nos lourdes caisses nécessitèrent jusqu'à quinze et dix-huit porteurs.

» De ces diverses opérations, la plus difficile était la traversée de la passe dans les récifs de coraux. La mer y brisait avec fureur, et les récifs dissimulés sous les eaux permettaient difficilement de reconnaître la position exacte de l'entrée. Il fallait saisir le moment où le flot, en s'abaissant, montrait la position de l'ouverture et profiter du flot suivant pour pénétrer d'un seul coup, à travers la passe, jusqu'à l'entrée du Lagon.

» Malgré l'habileté de nos braves marins, plusieurs canots furent crevés

pendant ces difficiles opérations, et des caisses furent mouillées; celles-là étaient mises à part et ouvertes immédiatement, afin d'empêcher les suites de ces accidents.

» L'opération dura ainsi deux jours. Le 24 au soir, elle était terminée.

» Avant de partir, l'*Eclaireur* nous laissait, d'après les ordres que le Ministre avait bien voulu donner, sur ma demande, un détachement de dix-sept hommes comprenant des timoniers, des ouvriers et des matelots.

» Dès le lendemain matin, les emplacements étaient assignés, les tentes se dressaient et les instruments se tiraient de leurs caisses.

» Il est indispensable que nous donnions maintenant une courte description de nos appareils et du plan de nos observations.

» Pour la recherche des planètes intra-mercurielles, M. Palisa avait une lunette de 6 pouces ($0^m,16$), à court foyer, à grand champ, montée équatorialement et très propre à la recherche en question. Pour le même objet, M. Trouvelot disposait de deux lunettes : une de 3 pouces ($0^m,08$) d'ouverture, à grand champ, avec réticule et cercle intérieur de position, et une de 6 pouces donnant un fort grossissement. La lunette de 3 pouces, formant chercheur et ayant un champ d'environ $4°,5$, devait servir à l'exploration des régions circumsolaires; la croisée de fil permettait de relever une position; le cercle de position intérieur, dont les larges divisions étaient gravées sur une couronne de verre, était destiné à orienter les détails de la couronne pour le dessin que M. Trouvelot devait en faire. Quant à la lunette de 6 pouces, qui était également munie de réticule, elle devait servir à vérifier si un astre soupçonné d'être une planète possédait réellement un diamètre, et le réticule permettait d'en relever la position exacte. Ces lunettes étaient montées sur un pied parallactique, un de ceux qui avaient servi au dernier passage de Vénus. Pour rendre plus rapide le relevé d'une position et dispenser de lectures qui eussent fait perdre un temps si précieux, j'avais fait adapter, par M. Gautier, aux cercles d'ascension droite et de déclinaison, des tracelets de microscope. Chacun de ces tracelets, placé sous la main d'un timonier, permettait de faire, sur l'ordre de l'observateur, un trait fin à travers le cercle divisé et son vernier, de manière à pouvoir ensuite, à l'aide de ce repère très précis, replacer l'instrument dans sa position d'observation et faire à loisir les lectures nécessaires.

» Je dois ajouter que, sur ma proposition, MM. Palisa et Trouvelot se divisèrent le travail et voulurent bien explorer seulement chacun un côté du Soleil. On sait que la grande difficulté de ces recherches de planètes pendant les éclipses réside dans le peu de temps dont on dispose; il est

donc de la plus haute importance de réduire autant que possible le champ qui doit être exploré par un observateur.

» Telles étaient les dispositions prises pour la recherche des planètes intra-mercurielles par l'observation oculaire, mais nous y avions ajouté un élément nouveau, la Photographie.

» Sur mes indications, M. Gautier nous avait disposé un pied parallactique ayant un axe horaire de 2^m de longueur, portant une forte et large plateforme sur laquelle étaient fixés les appareils photographiques suivants : une grande chambre portant un objectif de 8 pouces ($0^m,21$) de Darlot, embrassant un champ de 20° sur 25° (glace de $0^m,40$ à $0^m,50$) et destiné à la photographie de la couronne et des régions circumsolaires au point de vue des astres que ces régions pouvaient présenter.

» Une deuxième chambre portant un objectif de 6 pouces ($0^m,16$) de Darlot, embrassant un champ de 26° sur 35° (glace de $0^m,30$ à $0^m,40$), destinée au même usage.

» Un appareil de Steinheil très parfait, pour l'étude de la couronne.

» Un second appareil parallactique portait des chambres à objectifs de 4 pouces ($0^m,10$) très lumineux, destinés à constater quelles seraient les limites de la couronne avec des plaques très sensibles, un appareil très lumineux et une exposition embrassant toute la durée de la totalité.

» Pour l'analyse spectrale, j'avais emporté deux télescopes :

» L'un de $0^m,50$ d'ouverture, à très court foyer ($1^m,60$), muni d'un spectroscope à vision directe, à 10 prismes, très lumineux ; la fente de ce spectroscope pouvait prendre diverses positions angulaires et s'ouvrir ou se fermer rapidement à la volonté de l'observateur ; un excellent chercheur, muni de réticule, était placé près du spectroscope et à la distance des axes visuels, de manière que, l'un des yeux se portant par le chercheur sur un point de la couronne, l'autre pût obtenir l'analyse spectroscopique de ce point ; j'ai déjà décrit cette disposition si commode, employée par moi dès 1871.

» Ce télescope portait, en outre, une lunette polariscopique à biquartz de M. Prazmowski, et une autre du même opticien donnant les anneaux de Respighi.

» Tout l'instrument était monté sur un pied parallactique.

» Craignant beaucoup le climat maritime de Caroline, j'avais associé au télescope de $0^m,50$ un autre de $0^m,40$, portant les mêmes dispositions ; le miroir de ce télescope resta dans sa boîte et ne devait être ouvert que dans le cas où le télescope de $0^m,50$ eût été gravement attaqué par l'atmosphère

de notre station. Heureusement, je ne fus pas obligé de recourir à ce second instrument. Par des précautions très minutieuses, j'ai pu, malgré les orages et l'humidité de ces climats, conserver mon miroir absolument intact.

» Nous avions encore divers autres instruments et une méridienne qui ne nous servit pas, M. Palisa ayant bien voulu, pour nous soulager, se charger de la détermination du temps.

» Notre installation fut fortement contrariée par les orages qui se succédèrent pendant notre séjour à Caroline. Nos tentes étaient enlevées ou déchirées et nos instruments inondés. Nous étions obligés de lutter continuellement pour maintenir notre matériel en état de fonctionner. Le miroir de mon télescope devait être démonté chaque soir, rapporté à notre habitation et placé dans une atmosphère rendue sèche par un foyer de charbon. Dans l'un de ces orages, nous mesurâmes une chute d'eau de $0^{m},17$.

» Malgré tous ces obstacles, notre installation avançait rapidement. Nous fîmes plusieurs jours de suite des répétitions destinées à bien fixer le rôle de chacun et, le jour de l'éclipse, nous étions prêts.

» Afin de bien fixer les droits de chacun, il avait été convenu, à ma demande, qu'aussitôt l'éclipse observée, chaque observateur rédigerait un rapport succinct de ses observations, que ces rapports seraient lus en présence de tous et signés de chacun de nous, comme constatation de cette lecture.

» Mais le temps ne semblait guère nous favoriser; car, le matin même du 6, nous éprouvions un orage, et si l'éclipse fut observée, elle le fut dans une éclaircie, éclaircie, il est vrai, qui laissa le ciel très dégagé et très pur, mais seulement aux environs de la totalité.

RAPPORT SUCCINCT, RÉDIGÉ IMMÉDIATEMENT APRÈS LES OBSERVATIONS; par M. **Janssen**.

« Mes observations ont été de deux ordres : observations optiques, observations photographiques.

» Les observations optiques avaient principalement pour but de décider si le spectre coronal est un spectre à fond continu avec raies brillantes, ou si les raies fraunhofériennes y existent d'une manière générale [1]. Déjà, en 1871, j'avais annoncé que, indépendamment des raies de l'hydrogène, j'avais constaté dans le spectre coronal la présence de la raie D et de plusieurs autres.

» Dans la présente éclipse je m'étais principalement proposé de résoudre cette question.

---

[1] Étude faite principalement en vue de la question des matières cosmiques extra-solaires.

Or, par des dispositions optiques qui seront décrites, j'ai pu constater que le fond du spectre coronal est formé par le spectre fraunhoférien complet. Les principales raies du spectre solaire, notamment D, *b*, E, etc., étaient tellement accusées qu'aucun doute n'est possible à cet égard; j'ai reconnu une centaine de raies peut-être [1].

» J'ai reconnu cette constitution surtout dans les parties les plus basses ou les plus brillantes de la couronne, mais non d'une manière égale à même distance du limbe lunaire. Ces détails seront donnés et discutés plus tard.

» J'ai étudié aussi la question des anneaux de Respighi. Les anneaux ne se sont pas montrés réguliers autour du limbe lunaire, mais ils ont présenté des particularités de structure qui seront discutées principalement dans leurs rapports avec la question des raies fraunhofériennes.

» A cette étude j'ai ajouté celle de la polarisation, mais en y donnant peu d'instants. C'est une excellente lunette polariscopique à biquartz, de M. Prazmowski, qui a servi à cette étude. La polarisation s'est montrée très vive et avec les caractères déjà reconnus [2].

» Avant ces observations j'avais fait un examen préalable de la couronne à l'œil nu et dans une excellente lunette de Prazmowski. Cet examen avait pour but de me diriger dans les observations ultérieures.

» Toutes ces études : étude des formes, analyse spectrale, anneaux de Respighi, polarisation, étaient associées en vue de résoudre la question des matières cosmiques extra-solaires. Nous pensons que la découverte du spectre fraunhoférien complet dans celui de la couronne avance beaucoup cette question.

» *Photographie.* — Deux grands appareils entraînant huit chambres photographiques avaient été dressés dans le but d'étudier la question des planètes intra-mercurielles et celle des formes et de l'étendue de la couronne.

» Au point de vue des étoiles et astres de la région circumsolaire, ces photographies demanderont un examen minutieux, mais à l'égard de la couronne on peut dire déjà que la grande puissance de plusieurs des objectifs employés [(objectif de 8 pouces ($0^m,21$) et objectif de 6 pouces ($0^m,16$)] et la longue durée d'exposition ont permis de constater que la couronne a une étendue beaucoup plus grande que l'examen optique ne le montrait soit à l'œil nu, soit dans ma lunette.

» Plusieurs de nos grandes photographies de la couronne sont d'une grande netteté. Elles révèlent d'importants détails de structure qui devront être discutés. Les formes de la couronne ont été absolument fixes pendant toute la durée de la totalité. »

» Janssen.

» Ile Caroline, 6 mai 1883.

» *Pour constatation de lecture,*

P. Tacchini, E.-L. Trouvelot, J. Palisa.

---

(1) J'ai été tellement frappé de la netteté du phénomène que j'appelai avec joie M. Trouvelot pour le voir lui-même, en lui disant avec quelle évidence il se montrait.

(2) Les images de couleur complémentaire rappellent les formes de la couronne reconnues par l'œil.

RAPPORT ÉCRIT LE JOUR MÊME DE L'ÉCLIPSE A CAROLINE, LE 5-6 MAI 1883, PAR M. P. TACCHINI.

Programme de travaux à effectuer à Caroline, avant, pendant et après l'éclipse.

« I. Dessin de protubérances et de la chromosphère dans les jours avant l'éclipse et le matin de l'éclipse, avec l'équatorial Dembowski et le spectroscope à réseau.

» II. Observer le premier contact avec le réticule, à l'équatorial Dembowski, et le spectre des extrémités des cornes avec le même spectroscope, avant la totalité.

» III. Observer le deuxième contact au chercheur de 6 pouces ($0^m,16$).

» IV. Deux minutes d'observation au six-pouces avec le petit spectroscope Browning, vision directe, pour les protubérances, couronne et panaches.

» V. Observations polariscopiques, pendant une ou deux minutes, à la lunette de Merz, selon le programme établi pour moi par le professeur Blaserna pour la couronne et panaches.

» VI. Ce qui restera de temps, observation au six-pouces avec l'oculaire grossissant 60 fois, de la structure de la couronne et troisième contact.

» VII. Examen du spectre des extrémités des cornes après la totalité avec le spectroscope angulaire de Browning.

» VIII. Observation du dernier contact à la manière ordinaire, au six-pouces, avec le grossissement de 60 fois.

Rapport à M. Janssen, chef de la Mission.

» I. Avec mon équatorial Dembowski et le spectroscope de diffraction, j'ai fait le dessin des protubérances et de la chromosphère pendant les jours 2, 3, 5 et 6 mai. Le bord d'aujourd'hui a été commencé à $8^h 15^m$ et fini 15^m avant le premier contact, à cause des nuages et de la pluie; les protubérances et chromosphère furent placées dans un cercle déjà réglé le jour précédent pour savoir comment les choses étaient disposées au moment de l'éclipse (*voir* Document). Il n'y avait donc à espérer que sur deux protubérances seulement.

» II. Après avoir terminé le dessin des protubérances et de la chromosphère, j'ai placé mon spectroscope de diffraction en place pour observer le premier contact, selon l'angle de position donné par M. Braun : à $20^h 51^m 20^s$, j'ai vu la chromosphère déjà attaquée par la Lune et j'ai noté le commencement de l'éclipse à $20^h 51^m 40^s$.

» A $21^h 18^m$, on voit déjà la lumière de l'éclipse sur les coraux.

» A $21^h 28^m$, nuage couvre le Soleil.

» $21^h 33^m$, Soleil demi-couvert.

» $21^h 37^m$, j'ai examiné les cuspides au réseau et je n'ai vu rien en dehors des lignes ordinaires.

» $21^h 42^m$, encore rien sur les extrémités des cornes, mais avec la fente normale les lignes ordinaires sont plus vives et plus élevées.

» $21^h 46^m$. Idem, mais certains traits du spectre sont plus vifs, comme quand on observe le spectre d'une belle tache, en particulier entre C et D.

» $21^h 54^m$. Polarisation très faible seulement à 40^m du Soleil, mesurés avec Palisa, au

cercle horaire de son équatorial : de ce point au Soleil rien du tout, et l'on voyait la polarisation sans besoin de lunette.

» $22^h 4^m$. Traces de lignes près de la C.

» $22^h 4^m 30^s$. Nuage sur le Soleil. Magnifique peu après la D^3 vers F.

» $22^h 8^m 30^s$. Nuages. A ce moment j'ai quitté l'équatorial Dembowski et je me suis placé à la lunette Cooke de 6 pouces ($0^m,16$) munie du spectroscope Browning. J'ai déterminé le deuxième contact avec le chercheur, qui est arrivé à $22^h 20^m 12^s$.

» Peu avant le deuxième contact on commençait à voir les filets minces très serrés de la couronne, le filet rouge et la grande protubérance.

» III. A peine noté le temps, j'ai placé la grande protubérance au centre et je l'ai examinée au spectroscope : assez vive, en bas plusieurs lignes, et continu et vif dans la partie supérieure, depuis continu et faible presque blanc dans la couronne avec la ligne verte. Dans le spectre du grand panache, qui était faible et presque continu, et que l'on voyait seulement à fente large, j'ai observé deux bandes qui m'ont semblé être analogues à celles que j'ai observées tant de fois dans les spectres de comètes, c'est-à-dire la centrale et la moins réfrangible. La petite dispersion et la forme du spectroscope avec son oculaire très près de celui du chercheur, et rectifié la soirée avant, m'a facilité énormément l'observation. Je dois déclarer ici que j'avais décidé de ne pas mesurer les lignes, mais seulement d'opérer d'une manière générale.

» IV. Quand le timonier a dit, *deux minutes*, j'ai quitté le six-pouces et j'ai observé avec la plus grande facilité la polarisation autour de la Lune sur la couronne et les trois grands panaches; j'ai même cherché à voir les lignes de polarisation sans la lunette, mais je n'ai rien vu; les choses décrites par Blaserna sont exactes, et j'ai pu ajouter l'observation des panaches. En dehors des panaches, pas de polarisation ou du moins très difficile à voir. Seulement, je n'ai pas trouvé de lignes de polarisation aussi vives que dit Blaserna, mais le phénomène très net et précisément comme il l'a décrit. Cette observation a été aussi sûre et facile à faire, beaucoup plus que je ne l'avais pensé : et par conséquent, elle m'a pris très peu de temps : le timonier n'avait pas encore dit 4, que j'étais déjà à la lunette de 6 pouces.

» V. J'ai ôté vite le petit spectroscope et placé l'oculaire de soixante fois. Quel spectacle offrait la structure de la couronne et de certaines particularités voisines du bord! J'ai pris beaucoup de notes et, à cause d'une combinaison très heureuse de la ligne du mouvement diurne par rapport aux panaches, j'ai pu faire un croquis très fidèle. Il y avait deux régions de hautes gerbes fines argentées, qu'on pourrait dire même protubérances blanches, et cela est une nouvelle question à résoudre pour les physiciens, pour trouver la manière de le voir. Leur caractère m'a fait naître quelques doutes sur la comète que j'ai vue l'année passée en Égypte.

» VI. Par certains phénomènes à l'autre côté, j'ai été averti que la fin de l'éclipse était très près et le premier petit rayon blanc m'a indiqué la fin de la totalité à $22^h 25^m 35^s$.

» Après j'ai causé un peu avec Palisa et j'ai monté le spectroscope de Browning à deux prismes, mais les nuages m'ont empêché d'observer les cuspides. J'ai donc ôté le spectroscope et j'ai placé le grossissement de soixante fois, puis j'ai observé par projection la fin de l'éclipse à $23^h 59^m 10^s$.

» Le temps de mon chronomètre doit être corrigé. Enfin je dirai que, pour lire le chro-

nomètre, j'ai dû employer la lampe au second contact, mais en même temps je dirai que j'ai été frappé du peu d'obscurité en comparaison de l'éclipse de mai 1882, qui dura seulement $1^m 14^s$.

» J'ai estimé l'obscurité ici seulement le double de celle de l'Égypte; cela veut dire certainement que la couronne était plus brillante, et, en effet, les panaches étaient bien autre chose, c'est-à-dire plus grandioses à Caroline.

» Le vent m'a gêné un peu dans l'observation du premier contact, mais pourtant je crois qu'il est bon.

» Mon matelot timonier, Théophile Charrier, a fait très bien son service. »

» P. TACCHINI.

» *Pour lecture après l'observation,*

» JANSSEN, TROUVELOT, PALISA. »

P. S. — Pour réduire le temps donné en temps moyen de Caroline, il faut ajouter $1^h 11^m 38^s,44$.

RAPPORT AU CHEF DE LA MISSION; PAR M. Palisa.

« La question avec laquelle je voulais m'occuper pendant l'éclipse était la recherche des planètes intra-mercurielles. A cet effet, j'avais fait une carte contenant toutes les étoiles jusqu'à la 7e grandeur 15° à l'ouest et à l'est du Soleil et 3° au nord et au sud de l'écliptique. Je changeai cette Carte pour une autre que m'avait donnée M. Holden, le chef de l'expédition américaine, et laquelle était faite en voie lithographique et en plus petite échelle.

» La Commission française, sur la proposition de son président, a décidé de partager l'observation entre M. Trouvelot et moi, et il était convenu que l'observateur devrait consacrer au minimum trois minutes à l'exploration de la région que le sort lui donnerait. Le sort me donna l'exploration du côté est.

» L'instrument que j'employai est un chercheur de Merz de $1^m,40$ longueur focale et de $0^m,160$ ouverture, parallactiquement monté. Le grossissement était de 13 fois et le champ de 3°.

» Je commençai à chercher en partant du Soleil et allant vers Saturne, maintenant vers le sud, et quand je ne trouvais pas d'étoiles, je retournais au Soleil et j'allais plus vers le nord.

» Les étoiles vues par moi en recherchant sont les suivantes :

		Grandeur.
Bonn. D.	+14°,355	5,7
	+16,484	6,0
	+19,477	4,2
	+19,578	5,5
	+19,582	6,0
	+20,527	4,5
	+20,542	5,0
	+20,551	5,0
	+20,556	5,8

» Quand la quatrième minute de la totalité fut arrivée, je voulus faire des recherches de l'autre côté et je trouvai ici une étoile qui me semblait être plus lumineuse que la Carte ne la montrait.

» Je pris sa position, mais je trouvai que cette étoile était l'étoile BD + 16°, 355. Après cette opération, la totalité était passée.

» Le résumé de mes recherches est donc que, dans les limites des régions (équinoxe 1855,0) 2^h52^m, entre + 14° et + 19°, jusqu'à $3^h,40$, entre + 16° et + 22°, il n'y a eu aucune étoile de 5e grandeur qui ne fût pas notée dans ma Carte.

» Les contacts sont arrivés comme il suit :

	Temps moyen de Caroline. h m s	
I......	22. 3.33,6	probablement trop tard.
II.....	23.31.53,2	
IV.....	25.10.35,2	

» Caroline, 6 mai 1883.

» J. Palisa.

» *Pour constatation de lecture,*

» J. Janssen, P. Tacchini, E.-L. Trouvelot. »

Sommaire des observations faites durant l'éclipse totale du Soleil du 6 mai 1883 a l'île Caroline; par M. E.-L. Trouvelot.

« Le travail qui m'avait été assigné durant l'éclipse était d'observer l'instant des contacts et d'en donner le signal pour les opérations photographiques; d'observer la structure de la couronne et d'en faire un dessin et, enfin, de consacrer deux ou trois minutes à la recherche des planètes dites *intra-mercurielles*.

» L'instant du premier contact ne fut pas enregistré, la Lune ayant empiété d'une quantité très appréciable sur le disque solaire lorsqu'elle fut aperçue.

» Les phénomènes ordinaires de la troncature des cornes du croissant solaire étaient très apparents et restèrent plus ou moins visibles dans les deux lunettes employées pendant la plus grande partie des phases partielles.

» 20^h55^m (chronomètre Bréguet, n° 3429, temps sidéral). Il était très facile de tracer le limbe lunaire de chaque côté du croissant solaire et en dehors du Soleil jusqu'à une distance de 3' environ; les bords de la Lune étant rendus visibles par une pâle lumière sur laquelle ils étaient projetés. Ce phénomène reste plus ou moins apparent durant la plus grande partie de la phase partielle.

» 21^h2^m, t. s. Il semblait s'échapper des deux angles formés par l'intersection des limbes lunaire et solaire comme des petits pinceaux lumineux qui allaient en divergeant et rendaient très facilement visibles les bords de la Lune en dehors du Soleil. La Lune ne paraît pas plate comme un disque, mais renflée comme une sphère.

» $21^h52^m49^s$, t. s. Le limbe lunaire passe par le centre de la tache solaire principale marquée *b* sur le dessin du Soleil obtenu peu de temps avant le commencement de l'éclipse.

» 21^h58^m, t. s. L'extrémité des cornes du mince croissant solaire entre tout à coup en

mouvement et vibre avec rapidité en exhibant les couleurs prismatiques. En ce moment, l'extrémité des cornes paraît fortement arrondie dans les deux lunettes.

» 22^h, t. s. Une large bande d'un rouge intense, bien définie, surmontée d'une autre bande grisâtre très faible et de même largeur, se forme et entoure de tous côtés le mince croissant solaire. Ce phénomène, qui est évidemment optique, me cause un grand désappointement, car je comprends que ces bandes colorées vont nécessairement masquer les phénomènes importants et si délicats qui se produisent au moment des deuxième et troisième contacts.

» $22^h 5^m 30^s$, t. s. La couronne est visible et très apparente sur le côté de la Lune qui n'est pas encore engagé sur le Soleil. Elle s'étend à une certaine distance du limbe obscur en s'effaçant graduellement.

» $22^h 7^m 45^s$, t. s. — Je donne le signal pour le second contact, et avec lui la totalité commence. Cette observation, faite avec la lunette de 6 pouces (0^m,16), armée d'un grossissement de 150 environ, ne laisse rien à désirer pour son exactitude, car les conditions de l'observation étaient très favorables.

» Aussitôt la totalité commencée, je mis l'œil à l'oculaire du chercheur de 3 pouces (0^m,08) et contemplai la couronne pendant quelques instants, après lesquels j'entrepris d'en faire le dessin. La première impression que je reçus en examinant le phénomène fut que la couronne était moins brillante que celle de l'éclipse de 1878, que j'avais observée en Amérique; mais sa structure était beaucoup plus compliquée.

» La reproduction de ses principaux traits était comparativement facile, au moyen du cercle divisé que j'avais adapté dans l'oculaire; aussi je considère le dessin que j'ai obtenu comme exact, sinon dans tous ses petits détails, au moins dans son ensemble et dans ses traits les plus caractéristiques. Bien que compliquée, la couronne présentait une lacune remarquable à l'est. A l'ouest, elle présentait une espèce de touffe blanchâtre qui correspondait avec un groupe de protubérances observé au spectroscope peu de temps avant l'éclipse.

» Après deux minutes et quelques secondes passées à l'étude et au dessin de la couronne, je me mis à explorer la région à l'ouest du Soleil, à la recherche des planètes intra-mercurielles, comme nous en étions d'abord convenus avec M. Janssen et M. Palisa. J'éloignai d'abord la lunette de 10° en déclinaison au nord du centre du Soleil, et, arrivé là, je balayai lentement le ciel, en allant de l'est vers l'ouest, jusqu'à une distance de 15° en ascension droite. Le premier balayage amena dans le champ visuel une petite étoile blanche et pâle. Deux autres balayages, qui ne donnèrent aucun résultat, furent faits. Le quatrième balayage amena dans le champ du trois-pouces une étoile brillante, d'un rouge prononcé, que j'évaluai à la 4e ou 4e,5 grandeur. En voulant amener cet astre dans le champ très restreint de l'oculaire du 6 pouces (0^m,16), afin de chercher à constater s'il montrait traces soit d'un disque, soit d'une phase, il se produisit une certaine confusion parmi les deux aides que j'avais placés aux cercles horaire et de déclinaison pour guider la course des balayages, et, bien que l'étoile traversât le champ visuel, il me fut impossible de retenir en place la lunette, et dès lors de reconnaître son caractère et sa position. La position approximative de cette étoile était un peu au nord et un peu à l'ouest du Soleil.

» Pendant que je cherchais à amener l'étoile en question dans l'oculaire du six-pouces, le timonier Michel Guillaume, qui était assis derrière moi, occupé au chronomètre, s'écria qu'il voyait l'étoile à l'œil nu.

» Durant ma recherche pour les planètes, j'entendis M. Janssen qui m'appelait pour constater la visibilité des raies noires de Fraunhofer, qui, disait-il, étaient très fortes et faciles à reconnaître; mais je ne pouvais me rendre à son invitation sans manquer à mon programme.

» Après quelques autres balayages très limités, qui n'amenèrent que la vue d'une faible étoile blanche, je fus averti que cinq minutes s'étaient déjà écoulées et, par conséquent, que je devais me préparer pour l'observation du troisième contact $22^h 13^m 8^s$, t. s. Je donne le signal pour le troisième contact, mais bientôt je m'aperçois que je me suis trompé et que j'ai pris le bord de la touffe lumineuse dont j'ai parlé plus haut pour le bord véritable du Soleil. J'en avertis immédiatement les personnes chargées de noter l'heure des chronomètres et donnai l'instant du contact véritable à $22^h 13^m 10^s$, mais sans doute un peu en retard.

» Les bandes colorées produites autour du croissant solaire dont j'ai parlé plus haut ne me permirent de voir ni la chromosphère ni les protubérances.

» Durant la totalité, L. Hamy, marin de l'*Éclaireur*, a identifié et marqué au crayon, sur une Carte du ciel que j'avais préparée à l'avance, la position de douze étoiles et planètes qui étaient visibles à l'œil nu durant la totalité.

» J'aurais vivement désiré soumettre à l'expérience une idée qui m'était venue et que j'indique ici brièvement, à savoir, de constater par le spectroscope si la couronne est animée d'un mouvement de rotation comme le Soleil, ou de mouvements propres d'une nature quelconque. A cet effet, j'avais préparé un appareil avant notre départ; mais les observations déjà nombreuses que j'avais à faire durant la totalité m'obligèrent à renoncer à mon projet.

« Ile Caroline, le 6 mai 1883.

» E.-L. TROUVELOT.

» *Pour constatation de lecture,*

» J. JANSSEN, P. TACCHINI, J. PALISA. »

RÉSULTAT DES OBSERVATIONS.

Planètes intra-mercurielles.

» On voit, par les observations de M. Palisa, que dans la région Est qu'il avait à explorer, aucun astre supérieur en éclat à la 5e grandeur ne s'est montré. Dans la région ouest, M. Palisa a jeté les yeux aussi, et il y a vu un astre qu'il a reconnu être une étoile. Si l'on considère l'extrême habileté de M. Palisa dans ce genre de recherches, il est impossible de ne pas attacher la plus haute importance à ses conclusions négatives.

» M. Trouvelot arrive à un résultat moins net pour le côté ouest, mais nous savons que cet observateur distingué désire revoir la région où se trouvait le Soleil au moment de l'éclipse, avant de se prononcer.

» M. Holden, chef de la mission américaine, a exploré toutes les régions circumsolaires, et à notre prière, plus spécialement la région ouest. Ce

savant astronome arrive également à une conclusion négative relativement à l'existence des planètes intra-mercurielles.

» D'un autre côté, quand on considère que les astres signalés par M. Watson en 1878 peuvent être identifiés dans les limites des erreurs que comportait la méthode employée par cet astronome avec deux étoiles de l'Ecrevisse, on arrive à cette conclusion, qu'il est aujourd'hui extrêmement peu probable qu'il existe un ou plusieurs astres planétaires de quelque importance entre Mercure et le Soleil (1).

» Sous ce rapport, nous considérons que les missions française et américaine ont largement contribué à éclaircir un des problèmes les plus importants de la constitution du système solaire.

Les contacts.

» Les heures données dans le Rapport de M. Trouvelot ont été observées au chronomètre sidéral Leroy n° 3429. Ce chronomètre, comparé le matin de l'éclipse, a accusé un retard de $4^h 21^m 40^s,3$, et un retard horaire de $0^s,189$ à partir de $18^h 50^m$ à ce chronomètre.

» Ces corrections, appliquées aux lectures correspondant aux observations de M. Trouvelot, donnent :

» Pour le second contact ou commencement de la totalité :

» $23^h 31^m 51^s,8$ temps moyen à Caroline;

» Pour le troisième contact ou fin de la totalité :

» $23^h 37^m 15^s,8$ temps moyen à Caroline.

» La différence, soit $5^m 24^s,1$, donne la durée de la totalité d'après les observations de M. Trouvelot.

» D'après M. Tacchini, on trouve $5^m 23^s$. C'est un accord satisfaisant (2).

La couronne.

» Le Rapport de M. Tacchini témoigne que cet habile astronome a fait de remarquables observations à Caroline, notamment en ce qui concerne l'analogie de la constitution du spectre de certaines parties de la couronne avec le spectre des comètes. Cette analogie, il entrait dans mon programme

(1) Nos photographies, bien que n'étant pas examinées encore d'une manière complète, paraissent conduire à la même conclusion.

(2) D'après le Rapport de M. Trouvelot, la fin de la totalité aurait été observée un peu en retard, ce qui accuserait une durée de totalité un peu plus courte pour M. Trouvelot et rapprocherait les deux résultats.

de la rechercher, ainsi qu'en témoigne une Note rédigée par moi bien avant l'éclipse, et que j'ai lue à mes collaborateurs au moment où nous nous communiquions nos Rapports respectifs. C'est un point qui devra être vérifié avec le plus grand soin dans les prochaines éclipses.

» Du reste, je laisse à M. Tacchini le soin de développer lui-même ses observations.

» On voit, par mon Rapport, que le but principal de mes observations était de décider un point de la constitution du spectre de la couronne qui m'a toujours paru très important, à savoir, si la lumière de la couronne contient une importante proportion de lumière solaire.

» Le résultat a dépassé mon attente à cet égard. Le spectre fraunhoférien si complet dont j'ai été témoin à Caroline prouve que, sans nier une certaine part due à la diffraction, il existe dans la couronne, et surtout en certains points de la couronne, une énorme quantité de lumière réfléchie; et comme nous savons d'ailleurs que l'atmosphère coronale est très rare, il faut qu'il se trouve dans ces régions de la matière cosmique à l'état de corpuscules solides, pour expliquer cette abondance de lumière solaire réfléchie.

» Plus nous avançons, plus nous voyons se compliquer la constitution de ces régions circumsolaires immédiates; aussi n'est-ce que par des observations persévérantes et très variées et une discussion très complète de ces observations, que nous pourrons arriver à une connaissance exacte de ces régions.

» Dans cette voie, la grande éclipse de 1883 nous a fait faire un nouveau pas.

Photographie de la couronne.

» Le résultat des études des photographies sera donné postérieurement, car celles-ci, accusant plusieurs phénomènes très intéressants, demandent un examen approfondi. Je dirai seulement aujourd'hui que ces photographies montrent une couronne plus étendue que ne le donne l'examen dans les lunettes et que le phénomène a paru limité et fixe pendant la durée de la totalité.

Intensité lumineuse de la couronne.

» J'avais préparé une mesure photométrique, par la Photographie, de l'intensité lumineuse de la couronne. Cette expérience a montré qu'à Caroline l'illumination donnée par la couronne a été plus grande que celle de la pleine Lune. Les nombres exacts seront donnés plus tard. Il faut re-

marquer que c'est la première fois qu'on prend une mesure précise de l'intensité lumineuse de ce phénomène.

Voyage de retour.

» L'*Eclaireur* vint nous reprendre le 13 mai et nous conduisit à Tahiti, où nous fûmes reçus de la manière la plus cordiale et la plus distinguée, par le Gouverneur, le Directeur de l'intérieur et les habitants.

» M. le Gouverneur nous fit visiter les points les plus intéressants autour de Papetee, notamment la pointe de Vénus, lieu encore plein des souvenirs de Cook, et sur la côte ouest à Paea, où la Mission fut reçue par des chefs Tahitiens et suivant les anciens usages.

» Les cercles militaire et civil nous offrirent des fêtes charmantes. Enfin, nous reçûmes de tous les marques les plus vives de sympathie, et Tahiti restera certainement comme le plus charmant souvenir de ce grand voyage ([1]).

» Maintenant, je dois dire que nous avons été frappés et du désir ardent de développement manifesté par nos colons, et des ressources de ce beau pays; aussi est-il de notre devoir d'appeler l'attention du Gouvernement sur la nécessité d'augmenter les ressources d'une colonie si admirablement placée et si digne de notre intérêt par son dévouement, son énergie et son patriotisme.

» En quittant Tahiti, nous devions nous rendre à San-Francisco, mais ayant appris que l'île d'Hawaï présentait alors d'importants phénomènes volcaniques, je demandai au commandant de l'*Eclaireur* d'y faire une relâche, demande appuyée par le Gouverneur. Du reste, cette relâche aux Sandwich, qui permettait d'y prendre du charbon et en conséquence de faire la route plus rapidement, accélérait plutôt notre arrivée à San-Francisco.

» A Hawaï, je me rendis au cratère de Kilauea et j'étudiai avec le plus grand intérêt les beaux phénomènes dont je fus témoin. Une nuit passée dans ce grand cratère, le plus remarquable du monde, et sur les bords d'un lac de lave en fusion, me permit de faire des études d'où il résulte de curieuses analogies entre ces phénomènes volcaniques et ceux de la surface

([1]) Retenu au lit par une maladie qui était sans doute une suite des fatigues éprouvées à l'île Caroline, je ne pus assister aux dernières fêtes qui furent offertes à la Mission. Je dois ici renouveler mes remercîments à M. le Dr Chassagnol, médecin en chef de l'hôpital militaire, pour ses soins éclairés et si empressés.

solaire. J'ai pu en outre faire l'analyse spectrale de flammes sortant de ces laves et y constater la présence du sodium, de l'hydrogène et de combinaisons carburées. Enfin j'ai recueilli pour nos établissements une collection de minéraux et des échantillons de gaz qui, dans ces circonstances, ont toujours de l'intérêt.

» A San Francisco, nous avons assisté à la célébration, par la colonie française, de notre fête nationale et nous avons été touchés du patriotisme qui anime nos concitoyens des rives du Sacramento. Avant de traverser l'Amérique, nous avons voulu, M. Trouvelot et moi, visiter l'observatoire du mont Hamilton, qui doit posséder la plus grande lunette du monde. J'ai visité ensuite les observatoires de Madison, de Chicago, de Washington, de Cambridge où se trouvent de grands et célèbres instruments qui avaient pour moi le plus vif intérêt. A Washington, j'ai rencontré mon illustre ami Alexandre Graham Bell qui m'a rendu bien agréable et bien fructueux mon séjour dans cette belle cité.

» Enfin je dois dire que nous avons reçu de tous les savants américains l'accueil le plus flatteur et le plus cordial.

» Le 15 août, le paquebot *le Canada*, de la Compagnie transatlantique, partant de New-York, nous ramenait en France. »

Après cette lecture, M. le **Président** a prononcé les paroles suivantes :

« Monsieur Janssen,

» ....Vous venez de si loin, qu'il doit m'être permis de saluer votre retour et de me faire l'interprète du sentiment de tous nos Confrères en applaudissant aux résultats de votre mission.

» Vous nous avez tant accoutumés à vos départs pour des contrées lointaines lorsque venait à luire l'espoir d'une découverte dans la constitution du Soleil ou d'une planète, que nous n'avons pas éprouvé une très grande surprise à l'annonce de votre projet de vous rendre dans une île déserte de l'océan Pacifique. On savait que les obstacles ne vous ont jamais déconcerté; car personne n'oublie qu'aux jours malheureux où nous étions emprisonnés dans Paris, ce fut pour vous affaire toute simple de vous envoler par-dessus les murs de la ville et les armées ennemies; la suite a prouvé que l'inspiration avait été bonne [1].

» Cette fois, pourtant, on se sentait touché par un rapprochement : votre

---

[1] Voir *Comptes rendus*, t. LXXII, p. 218.

enthousiasme pour la durée exceptionnelle de l'éclipse de Soleil du 6 mai, un peu plus de cinq minutes, et votre insouciance pour la longueur de la navigation à travers l'Atlantique et le Pacifique, sans compter le voyage sur le continent américain, des mois d'ennui et de fatigue.

» Votre résolution vous avait mérité le succès, vos études antérieures vous l'avaient préparé, les circonstances atmosphériques vous l'ont assuré. C'est une bonne fortune pour la Science. Il ne me reste, Monsieur Janssen, qu'à vous prier de transmettre à vos habiles coopérateurs les félicitations de l'Académie. »

CHIRURGIE. — *Note sur la frigidité antiseptique des plaies;* par M. **Gosselin.**

« Dans le travail que j'ai communiqué à l'Académie le 27 août, j'ai fait connaître un mode d'action particulier des substances employées dans les pansements antiseptiques, savoir l'arrêt de la circulation dans un certain nombre de capillaires, et j'en ai conclu que ces substances, en même temps qu'elles s'opposaient à la putréfaction du sang, modifiaient, par la coagulation des matières albumineuses à l'extérieur aussi bien qu'à l'intérieur des capillaires, l'état anatomique des solutions de continuité.

» Quelles sont, pour la marche ultérieure des plaies, les conséquences physiologiques de ces modifications?

» Pour répondre à la question, j'ai besoin de jeter un coup d'œil rapide sur les phénomènes consécutifs aux deux variétés principales de grandes plaies que nous soumettons avec un avantage incontestable au pansement antiseptique : celles que, par nécessité ou volontairement, nous laissons ouvertes et pour la réparation desquelles nous attendons la suppuration, puis celles que nous fermons au moyen de la suture, et pour lesquelles nous désirons la réunion dite immédiate.

» 1° *Plaies ouvertes.* — A l'époque où nous ne nous servions pas des antiseptiques et où nous ne faisions guère que des pansements protecteurs, nous constations sur ces plaies, avant l'établissement de la suppuration, un gonflement chaud, rouge et douloureux de leurs bords, une mortification plus ou moins considérable de leur surface, un suintement sanguinolent plus ou moins fétide, plus tard une couche membraneuse rouge et granuleuse, puis le retrait et le dessèchement progressif de cette couche. Nous admettions, avec ces phénomènes appréciables par nos sens, la production de phénomènes intimes, plus difficiles à observer, qui consistaient en une hyperémie de toute la plaie par agrandissement de ses capillaires primitifs,

formation de capillaires nouveaux, et création, aux dépens tant de ces vaisseaux que de la lymphe coagulable et des cellules embryonnaires, de la membrane granuleuse pourvue de la fonction pyogénique. Nous avions un mot, celui d'*inflammation*, pour expliquer l'ensemble de ces phénomènes, nous disions que, dans les cas favorables, l'inflammation restait modérée et suffisait pour amener la réparation, sans autre accident morbide; que dans les cas moins heureux, elle dépassait les limites nécessaires et engendrait les complications connues sous le nom de *fièvre traumatique, érysipèle, infection purulente.*

» Aujourd'hui nous appliquons sur ces plaies des linges, de la charpie ou du coton, imbibés d'une substance antiseptique plus ou moins forte (acide phénique au $\frac{1}{20}$ ou au $\frac{1}{40}$, alcool à 86° pur ou étendu d'eau, eau-de-vie camphrée ou toute autre), et voici ce qui nous frappe : pas de rougeur, de chaleur, de gonflement ni de mauvaise odeur; en revanche, apparition lente de la membrane pyogénique et durée très longue de la cicatrisation. Quant aux phénomènes intimes, nous ne pouvons les observer mieux que dans le cas précédent : nous savons que des coagulations se sont faites à la surface de la plaie et dans quelques-uns de ses capillaires, nous soupçonnons avec raison que, pour l'établissement tardif de la membrane granuleuse, des capillaires nouveaux ont dû se produire aux dépens de la lymphe plastique et de la prolifération cellulaire. Bref, ce sont les mêmes phénomènes que tout à l'heure; seulement ils sont arrivés plus tardivement, et le processus qui leur a donné naissance, au lieu d'être chaud et rapide, a été si froid et si lent que c'est à peine si nous pouvons lui donner encore le titre d'*inflammatoire.* Nous avons quelquefois exprimé le résultat en disant que ces substances avaient un effet antiphlogistique. Mais e voudrais un mot plus significatif pour indiquer cette grande lenteur de réparation donnée par les antiseptiques aux plaies ouvertes; en attendant mieux, je propose celui de *frigidités* et je dis que ces médicaments produisent à froid les phénomènes de la cicatrisation, tandis qu'avant leur emploi tout se faisait à chaud.

» Et maintenant comment expliquer cette frigidité si remarquable? Pour ceux qui, avec Lister et ses partisans, n'ont vu dans les antiseptiques qu'un moyen de supprimer la putréfaction, la réponse, sans être très péremptoire, a été à peu près celle-ci : la putréfaction et l'irritation amenées par le contact de ses produits sur la plaie sont les causes de l'inflammation vive. En supprimant la première, on atténue la seconde.

» Cette théorie ne me suffit pas. D'abord, à l'époque où je ne me ser-

vais pas des antiseptiques, la plaie, surtout quand elle était superficielle, restait souvent non putride, et cependant les phénomènes de la réparation étaient amenés par une inflammation bien prononcée et se succédaient assez rapidement. D'ailleurs le pus et la membrane granuleuse se produisent souvent dans l'organisme sans intervention de la putréfaction, et quand une plaie doit guérir après suppuration, nos tissus ont une aptitude particulière à la production de ce travail morbide, sans qu'ils aient besoin d'y être aidés par le contact de matériaux putréfiés.

» Lorsque je vois cette aptitude modifiée, ralentie surtout après le contact de certains médicaments, je ne puis me défendre de croire, surtout quand je vois, au préalable, des modifications anatomiques intervenir, que ce contact a amené dans la vitalité des tissus certains changements qui expliquent par eux-mêmes les phénomènes produits. Quoique je ne puisse dire rigoureusement par quel mécanisme la coagulation des matières albumineuses et l'oblitération immédiate de quelques capillaires diminuent l'intensité du processus inflammatoire, je ne puis m'empêcher cependant de voir une relation entre ces deux choses, et d'expliquer la frigidité par les changements moléculaires et physiologiques dus à l'antiseptique.

» 1° *Plaies fermées par la suture.* — Si je compare les résultats que nous donnait autrefois, sous les pansements protecteurs, la réunion immédiate, avec ceux que nous donnent aujourd'hui les antiseptiques, je trouve une différence qui s'explique encore par l'intensité de l'inflammation avec menace d'infection quand il s'agissait des premiers, le processus froid et lent, avec diminution des chances d'infection, depuis que nous nous servons des seconds.

» Et, cependant, faute d'avoir connu les modifications anatomiques et physiologiques que je résume par le mot de *frigidité*, beaucoup de chirurgiens n'ont pas obtenu du pansement antiseptique, pour les plaies fermées au moyen de la suture, le meilleur résultat possible, savoir la réunion immédiate complète ou presque complète. Cela tient à ce qu'ils ne l'ont pas tous employé de la même façon. Pour ne parler que du pansement de Lister par exemple, les uns se sont contentés de projeter sur la plaie, avant de la fermer, l'acide phénique en solution faible au moyen du pulvérisateur, pendant un temps plus ou moins long; les autres, laissant de côté le pulvérisateur ou s'en servant seulement pour envoyer la poussière antiseptique dans l'atmosphère plus ou moins loin du champ opératoire, n'ont pas songé à laver la plaie abondamment avant de la fermer. D'autres

enfin, appliquant avec rigueur un excellent précepte qu'a donné M. Lucas-Championnière, mais dont il n'a pas fait comprendre la grande utilité, parce qu'il l'englobait exclusivement dans la théorie germicide, ont pris soin de laver largement la plaie, avant l'application de la suture, avec l'acide phénique au vingtième, jusqu'à ce que toute la surface ait pris un aspect chocolat clair.

» Les phénomènes consécutifs et les résultats ont varié suivant qu'on a adopté l'une ou l'autre de ces manières de faire, et je n'en veux pas d'autres preuves que celles que m'a données mon observation personnelle.

» Jusqu'à la fin de 1878, n'ayant pour me guider que la théorie de la destruction des germes atmosphériques, je croyais remplir l'indication en utilisant la volatilité de l'acide phénique, et mettant rigoureusement en usage tout ce qui, avant, pendant et après l'opération, me paraissait apte à répandre autour de la plaie les vapeurs germicides. Je me servais du pulvérisateur, mais je ne tenais pas à faire arriver la poussière phéniquée sur la plaie, et pour peu que le nuage me gênât, ce qui arrivait le plus souvent, je le détournais et le dirigeais au hasard sur les téguments voisins; puis, pour chercher les artères, j'asbtergeais avec une éponge imbibée le plus souvent d'acide phénique faible (au $\frac{1}{50}$ ou au $\frac{1}{100}$). J'avais entendu parler d'intoxication et d'escarres possibles, et c'était pour les éviter que je rejetais les solutions fortes. Je voyais d'ailleurs la plupart de mes collègues, à Paris, agir de la même manière.

» Mes résultats étaient assez bons, en ce sens que je n'avais pas de décomposition putride ni d'infection primitive; mais le plus souvent ma suture se désunissait, la plaie suppurait, et, quand il s'est agi d'amputation, j'ai encore vu survenir l'infection purulente.

» Depuis 1879, ayant acquis la notion que les antiseptiques agissaient autrement que par leur puissance germicide, et qu'ils modifiaient avantageusement le sang; ayant remarqué ensuite les bons effets de l'acide phénique et de l'alcool injectés dans les cavités naturelles et accidentelles où leur utilité ne pouvait pas s'expliquer par l'action germicide; soupçonnant enfin, sans en avoir encore eu la démonstration par les expériences sur les animaux, que ces agents pouvaient modifier le sang dans les vaisseaux eux-mêmes aussi bien qu'à l'extérieur, je pris l'habitude de faire, soit avec une éponge, soit avec une seringue, un large arrosement de la plaie, jusqu'à la production de la couleur si bien indiquée par M. Lucas-Championnière, couleur que j'attribue à la coagulation des matières albumineuses à la surface de la plaie.

» Mes résultats ont été dès lors beaucoup meilleurs. J'ai eu de temps en temps des réunions immédiates complètes en huit ou dix jours, d'autres fois des cicatrisations du genre de celles que j'ai appelées intermédiaires, en quinze à vingt jours, après écoulement de sérosité sanguinolente sans pus, d'autres fois des cicatrisations mixtes, après des alternatives d'écoulement séro-sanguin et de suppuration très limitée et de courte durée.

» Je suis donc arrivé peu à peu à cette conviction que ce qui est essentiel et n'a pas été bien compris par tout le monde, dans le pansement des grandes plaies d'amputation ou d'ablation de tumeur, ce qui est essentiel, dis-je, c'est de laver abondamment la plaie avec l'acide phénique au vingtième ou l'alcool à 86°, avant de la fermer, et je suis en mesure de dire aujourd'hui que ce lavage est utile, parce qu'il oblitère instantanément un certain nombre de capillaires, et qu'il donne cette frigidité qui, tout en lui laissant l'aptitude à l'exsudation des matériaux nécessaires pour l'agglutination prompte, sinon immédiate, des surfaces opposées de la plaie, supprime ou tout au moins retarde et diminue l'aptitude à l'inflammation suppurative.

» Ai-je besoin d'ajouter que d'autres substances, et notamment le chlorure de zinc, l'acide salicylique peuvent fournir les mêmes résultats, et que dans l'état actuel de la Science le problème à résoudre est celui-ci : quelle est la substance qui, tout en amenant l'imputrescence et supprimant ainsi les chances d'infection grave, possède au plus haut degré le pouvoir de donner, après la suture, la réunion immédiate absolue, tant entre les surfaces profondes qu'entre les bords des grandes plaies accidentelles et opératoires?

» Je n'ai pas voulu entrer dans de plus longs détails, afin de ne pas trop m'écarter des idées que je désirais mettre en relief dans cette Note. Mais je tiens à ajouter que je considère aussi comme essentiel, quand la plaie est profonde, l'usage du tube à drainage, que je laisse ce tube rarement plus de quarante-huit heures, et que je le renouvelle toujours le lendemain, en me servant d'huile phéniquée au dixième, pour faciliter son introduction et conduire avec lui quelques vapeurs antiseptiques nouvelles au fond de la plaie. Il va sans dire également qu'à l'exemple de tous, je complète le pansement extérieur avec des pièces antiseptiques (la gaze de Lister, et plus souvent la tarlatane imbibée d'eau-de-vie camphrée). Je présume que les quelques vapeurs antiseptiques émanées de ces pièces pénètrent par les tubes à drainage ou par les fissures de la plaie, et contribuent à entretenir les bons effets locaux produits par le grand lavage dont j'ai parlé. »

M. **Alph. Milne-Edwards** annonce à l'Académie que le navire de l'État *le Talisman*, sur lequel était embarquée une Commission chargée d'étudier la faune profonde de l'Océan, est revenu en France après avoir exploré les côtes du Maroc et du Sahara, ainsi que les parages des îles du cap Vert, des Canaries et des Açores.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Duval-Jouve*, Correspondant de la Section de Botanique, décédé à Montpellier, le 25 août.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **L.-F. Darreau** adresse une Note relative à la préparation d'engrais solubles, au moyen des débris animaux dissous dans l'acide sulfurique.

L'auteur fait remarquer que la Brochure publiée par lui sur ce sujet, et présentée à la Société nationale d'Agriculture de France le 9 février 1881, n'était probablement pas connue de M. *Aimé Girard*, lorsque ce chimiste a communiqué à l'Académie ses « Recherches sur la destruction et l'utilisation des animaux morts de maladies contagieuses et notamment du charbon ». Le procédé indiqué par M. Darreau a déjà été expérimenté par divers cultivateurs : il exprime le désir que l'Académie veuille bien reconnaître ses droits de priorité.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

M. **Duponchel** adresse un Mémoire relatif à un nouveau procédé aéronautique.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **Barré** (de la Roche) adresse, par l'entremise de M. Chevreul, un Mémoire intitulé « Système sur les couleurs primitives ».

(Commissaires : MM. Chevreul, Dumas, Cornu.)

M. **A. Seray** adresse un Mémoire portant pour titre « Physiologie pathologique et traitement du choléra ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. J. **Delauney** adresse, par l'entremise de M. Larrey, une Note relative aux indications formulées par lui, il y a quelques années, sur les époques probables des grands tremblements de terre.

Dans une Note adressée à l'Académie, et insérée par extrait aux *Comptes rendus* de la séance du 17 novembre 1879 (t. LXXXIX, p. 844), sous le titre « Nouveau principe de Météorologie, fourni par l'examen des tremblements de terre », l'auteur considérait comme probable que « l'influence de Jupiter et de Saturne sur les tremblements de terre est due aux passages de ces deux planètes supérieures à travers des essaims cosmiques situés aux longitudes moyennes de 135° et 265° ». Il donnait un Tableau approximatif des tremblements de terre futurs : dans ce Tableau, l'année 1883 n'était point comprise.

Dans une Note, insérée au journal la *Nature*, le 23 octobre 1880, sous le titre « Prévision des époques des grands tremblements de terre », l'auteur donnait un nouvel énoncé des lois auxquelles il avait été conduit, et un nouveau Tableau des époques auxquelles les tremblements de terre devaient se produire, jusqu'en 1920; il distinguait enfin, dans ces époques, celles qui seraient *particulièrement agitées*. L'année 1883, sans être signalée comme devant être particulièrement agitée, était cependant une de celles qu'il mentionnait. La Note se terminait par cette phrase : « La prochaine tempête sismique serait due à la rencontre de Jupiter et de l'essaim d'août; la date de 1883,5 serait celle du commencement du phénomène. »

(Commissaires précédemment nommés : MM. Faye, Daubrée, Tisserand).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de M. *Emile Rivière*, intitulé « Prothèse chirurgicale chez les anciens; une jambe de bois à l'époque gallo-romaine ». (Extrait des travaux présentés au Congrès tenu à la Rochelle, en 1882, par l'Association française pour l'avancement des Sciences). (Présenté par M. Gosselin.)

ASTRONOMIE. — *Observation de la nouvelle planète (234), faite à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*, par M. G. BIGOURDAN, communiquée par M. Mouchez.

Date 1883.	Étoile de comparaison.	Grandeur.	Ascens. droite. (234) — ☆.	Déclinaison (234) — ☆.
Août 30......	41.331 Lal.	7,5	+0^m.21^s,67	−6'.30",4

Position de l'étoile de comparaison.

Date 1883.	Ascension droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
Août 30...	21^h.11^m.42^s,86	+4^s,12	−17°.57'. 7",7	+23",4	Obs.mér. de Paris (15 sept. 1880)

Position apparente de la Planète.

Date 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison. apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
Août 30.......	10^h. 3^m.29^s	21^h.12^m. 8^s,65	$\bar{2}$,777n	−18°. 3'.14",7	0,908	21 : 24

» *Remarque.* — La planète est de grandeur 10,8. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur les affinités des flores éocènes de l'ouest de la France et de l'Angleterre.* Note de M. L. CRIÉ, présentée par M. Chatin.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats de mes études comparatives, concernant les flores éocènes de l'ouest de la France et celles d'Alumbay (île de Wight) et de Bournemouth en Angleterre.

» Les localités classiques d'Alumbay et de Bournemouth sont largement représentées dans les collections du British Museum de Londres. L'argile blanche d'Alumbay a offert à notre ami, M. Gardner, un certain nombre d'empreintes bien conservées. Le même paléontologue a pu recueillir à Bournemouth une série de végétaux fossiles, qu'il décrit périodiquement, en collaboration avec le professeur Constantin Ettingshausen, dans un travail intitulé : *A monograph of the British eocene flora*. Pendant mon séjour à Londres, il m'a été possible d'étudier, au British Museum, grâce à l'obligeance de M. Woodward, quelques formes de végétaux fossiles que je considère comme analogues ou identiques à celles des grès éocènes du Maine, de l'Anjou et de la Vendée.

» Parmi ces formes je citerai : *Lygodium Kaulfussii, Aneimia subcretacea, Quercus Bournensis, Dodonæa subglobosa, Symplocos Britannica.*

» Les Schizéacées, dont M. Gardner a récemment observé des frondes fertiles dans l'éocène de Bournemouth, ont des sporanges qui sont logés dans les excroissances des tissus de la fronde, sur des segments fertiles et spiciformes pourvus d'un anneau en forme de calotte, complet et situé au niveau de l'une des extrémités. Le *Lygodium Kaulfussii* Heer (*Aneimia*) existe en France, en Angleterre et aux États-Unis, surtout dans l'éocène moyen. C'est une espèce de Bournemouth, que nous avons observée dans les grès de Saint-Pavace et de Fyé (¹). Elle semble voisine de l'*Aneimia palæogea*, Sap. et Mar., de Gelinden, et parmi les formes vivantes l'*Aneimia obliqua* de Cuba et le *Lygodium palmatum* de la Floride paraissent s'en rapprocher le plus.

» L'*Aneimia subcretacea* (²), que M. Gardner a recueilli à Bournemouth, est une forme analogue à celle que nous avons décrite, en 1878, sous le nom d'*Asplenium Cenomanense*, et dont nous possédons aujourd'hui des échantillons plus complets. Cette plante existe dans les grès éocènes de Fyé (Sarthe). Elle rappelait par son port l'*Aneimia adiantifolia* de la Floride et du Mexique.

» Le *Quercus Bournensis* de l'argile blanche d'Alumbay appartient au groupe des chênes castaniformes asiatiques, remarquables par leurs feuilles dentées épineuses. Ces feuilles rappellent à l'esprit celles des chênes prototypiques ou *Dryophyllum*, nom dont s'est servi M. Debay pour désigner les Quercinées de la craie d'Aix-la-Chapelle. Comme l'ont justement fait remarquer MM. de Saporta et Marion (³), « certaines espèces asiatiques opèrent une liaison graduée soit par l'aspect des feuilles, soit par la structure des involucres du fruit, soit enfin par la disposition des appareils mâles, vers les *Castanopsis* qui ne sont eux-mêmes que des *Castanea* à feuilles persistantes et coriaces propres aux régions chaudes, tandis que les châtaigniers proprement dits habitent la zone tempérée boréale dans l'un et l'autre continent et paraissent avoir été répandus jusqu'auprès du pôle, à une époque antérieure, vers le milieu des temps tertiaires. Les chênes

---

(¹) Voir L. Crié, *Recherches sur la végétation de l'ouest de la France à l'époque tertiaire. Flore éocène du Mans et d'Angers*. Paris, 1878.

(²) *Asplenium subcretaceum*, Saporta. — Flore fossile de Sézanne. *Gymnogramma Haydenii*, Lesquereux. *U. S. Annal-Report*, 1871, p. 215.

(³) De Saporta et Marion, *Essai sur l'état de la végétation à l'époque des marnes Heersiennes de Gelinden*, p. 33.

asiatiques dont il est question constituent de nos jours la section *Pasania*, Miq., *Cyclobalanus*, Endl., *Chlamydobalanus*, Endl. ». L'étude que nous avons pu faire de la nervation du *Quercus Bournensis* d'Alumbay nous a appris que cette espèce est très voisine de certaines formes du *Quercus palæodrymeja*, Sap., des grès éocènes de Sargé, Saint-Pavace et Saint-Aubin (Sarthe).

» Le *Laurus Forbesi*, signalé depuis longtemps déjà dans l'argile d'Alumbay, appartient aussi à la flore des grès éocènes du Mans et d'Angers.

» MM. Gardner et Ettingshausen ont désigné sous le nom de *Symplocos Britannica* des fruits ou parties de fruits découverts à Alumbay. Ces empreintes, dont l'attribution ne nous paraît pas définitive, figurent parmi les éléments caractéristiques de notre flore éocène du Mans et d'Angers; elles sont communes à Saint-Pavace, Sargé, Saint-Aubin et Fyé (Sarthe), à Soucelles, Cheffes et Corzé (Maine-et-Loire). Des fruits analogues ont été décrits par M. Heer [1] sous le nom de *Diachænites* et *Peucedanites*.

» Le *Dodonæa subglobosa* de MM. Gardner et Ettingshausen existe aussi dans les grès de la Sarthe. Ces fruits seront figurés prochainement, dans notre supplément à la flore éocène de l'ouest de la France. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles remarques sur le* Phylloglossum Drummondii (*Kunze*). Note de M. C.-Eg. Bertrand, présentée par M. P. Duchartre.

« 1. *L'organe de Mettenius.* — Sous le nom d'*organe de Mettenius*, je désigne, chez le *Phylloglossum Drummondii*, une petite émergence bilobée ou tout au moins marquée sur sa face externe d'un sillon très net, émergence que l'on remarque à la partie inférieure du pédoncule fructifère immédiatement au-dessus de l'insertion du pédicelle du nouveau tubercule. L'organe de Mettenius fait donc face au cordon ligneux du pédoncule fructifère, qui fournit le faisceau sortant dans la première écaille de l'épi. L'unique faisceau de l'organe de Mettenius s'insère sur un diaphragme aquifère spécial immédiatement au-dessous du niveau d'insertion du massif libéro-ligneux du pédoncule fructifère et immédiatement au-dessus du niveau d'insertion des faisceaux des frondes inférieures de la plante. Le dia-

[1] Voir Heer, *Flora tertiaria Helvetiæ*, 1859.

phragme aquifère sur lequel s'insère le faisceau de l'organe de Mettenius reçoit inférieurement le faisceau du pédicelle du nouveau tubercule, et, supérieurement, par l'intermédiaire d'un grand pont diaphragmatique, la région antérieure du massif libéro-ligneux de l'épi fructifère. C'est à la terminaison inférieure du sillon de l'organe de Mettenius que se trouve l'étroit orifice, presque toujours obstrué de tubes mycéliens, du *canal d'invagination du point de végétation du nouveau tubercule*, canal que, pour abréger, j'appellerai *canal de Braun* (1). L'organe de Mettenius, pris dans son ensemble, est symétrique par rapport à un seul plan qui passe par l'axe de figure du corps de la plante. Ce plan coïncide avec l'unique plan de symétrie du pédicelle du nouveau tubercule; il contient l'axe et l'orifice du canal de Braun. L'organe de Mettenius est indépendant des frondes inférieures de la plante; il n'est jamais conné avec ses frondes.

Anatomiquement, l'organe de Mettenius comprend : 1° une couche superficielle de cellules épidermiques à parois minces, lisses, rectilignes. Ces cellules sont plus courtes que celles de l'épiderme inférieur des frondes inférieures, mais de même forme. Cet épiderme ne porte ni poils, ni stomates; il se poursuit sans interruption, d'une part avec l'épiderme du pédoncule fructifère, d'autre part avec l'épiderme du corps de la plante et inférieurement avec l'épiderme si particulier du pédicelle du nouveau tubercule. 2° Sous l'épiderme, une masse épaisse de tissu fondamental primaire, dont les éléments extérieurs laissent entre eux de grands méats. 3° *Un seul faisceau indéterminé* dans toute son étendue. Ce faisceau s'insère inférieurement sur le diaphragme aquifère antérieur du corps de la plante; supérieurement ce faisceau se termine en pointe libre. Le bois de ce faisceau forme un cordon plein de 8 à 15 trachées et vaisseaux annelés dont les plus grêles occupent l'axe de figure du cordon. Le bois est entouré par une masse libérienne d'une ou deux rangées de cellules allongées.

» 2. *Le pédicelle du nouveau tubercule.* — Ce pédicelle est un corps cylindrique, allongé, courbé vers le sol, inséré sur la face antérieure du corps de la plante et à la partie inféro-externe de l'organe de Mettenius. Inférieurement, dans la région où s'insère le nouveau tubercule, il se renfle en une masse ovoïde. Il est traversé dans toute son étendue par le *canal de Braun* qui s'étend de l'orifice siué au bas du sillon de l'organe de Mettenius jusqu'au sommet d'une chambre conique au fond de laquelle

(1) En souvenir du célèbre botaniste Alexandre Braun.

est enchâssé le point de végétation du nouveau tubercule. Le canal de Braun, superficiel et postérieur dans la partie supérieure du pédicelle, est axial au point où il débouche dans la chambre du bourgeon. Cette chambre conique se prolonge fort bas antérieurement, et souvent j'ai vu un pore étroit, accidentel, me semble-t-il, situé sur la face antérieure de l'organe qui met cette chambre en communication avec l'extérieur. Le pédicelle du nouveau tubercule n'a qu'un faisceau qui s'insère supérieurement sur le diaphragme aquifère antérieur du corps de la plante et qui, à son autre extrémité, s'épanouit en un grand diaphragme cylindrique qui entoure complètement le canal de Braun et le dôme de la chambre du bourgeon. Au delà de cette région, ce diaphragme s'éteint en se prolongeant en une languette antérieure ([1]). Le pédicelle du nouveau tubercule est d'origine exogène; il n'est jamais recouvert d'une pilorhize; son point de végétation est terminal; ce point de végétation s'éteint de bonne heure.

» La section transversale moyenne du pédicelle du nouveau tubercule de *Phylloglossum* est circulaire. On y observe : 1° *un faisceau central indéterminé*, elliptique, aplati. Exceptionnellement, ce faisceau, au lieu d'être parfaitement central, est excentrique et plus rapproché de la face antérieure de l'organe que de sa face postérieure.

» 2° Autour du faisceau une masse très épaisse de *tissu fondamental primaire*.

» 3° *Dans le tissu fondamental primaire*, à égale distance du faisceau et de la face postérieure de l'organe, *un groupe de petites cellules qui représentent* les cellules épidermiques du canal de Braun.

» 4° Une assise superficielle de *cellules épidermiques* caractérisées par *les cadres d'épaississement de leurs cloisons radiales*.

» L'ensemble de cette section est symétrique par rapport à une seule droite qui passe par le centre de figure du faisceau, l'axe du canal de Braun et le centre du corps de la plante. Le faisceau indéterminé est formé d'une large bande ligneuse qu'entoure de toutes parts une couche de une à deux rangées de cellules libériennes allongées. La bande ligneuse est uniquement formée de trachées et de vaisseaux annelés; les plus grêles de ces éléments sont au centre de la masse ligneuse. Il n'y a pas de gaine protectrice reconnaissable autour du faisceau. Le tissu fondamental primaire

---

([1]) C'est immédiatement au-dessous de cette languette qu'est le pore accidentel quand il existe.

a la même structure que dans le pédoncule fructifère. Les cellules épidermiques du canal de Braun sont grêles, allongées, collenchymateuses, comme il convient à un tissu pressé par les parties voisines. Les cellules épidermiques superficielles ont été complètement caractérisées ci-dessus, elles sont très allongées, atténuées à leurs extrémités.

» Dans la région supérieure du pédicelle, le faisceau, tout en conservant sa structure, s'arrondit et vient s'insérer sur le diaphragme antérieur du corps de la plante; en ce point le faisceau se rapproche de la face antérieure ou inférieure du pédicelle. Dans cette même région, le canal de Braun devient tout à fait superficiel; il s'accole à l'épiderme et s'ouvre au fond du sillon de l'organe de Mettenius. Si l'on suit le pédicelle, de sa région moyenne vers le bas, on voit son faisceau se courber, prendre la structure d'un vaste diaphragme aquifère circulaire vers le centre duquel on reconnaît les cellules épidermiques du canal de Braun. A ce niveau quelques cellules épidermiques superficielles, remarquables par leurs petites dimensions, mais néanmoins épaissies comme leurs voisines se prolongent chacune en un long poil absorbant. Parfois aussi à ce niveau on remarque des *stomates* dans la couche épidermique superficielle. A un niveau inférieur, la même structure se conservant sensiblement, on trouve au centre de la section un grand trou tapissé d'épiderme; on est dans la chambre du bourgeon. Plus bas encore, à mesure qu'on rencontre l'insertion du bourgeon, on voit le diaphragme aquifère s'éteindre en formant une languette antérieure. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur un procédé d'extraction de l'alcool, au moyen du jus de melon.* Note de M. LEVAT.

« La Singerie-lès-Angers, le 29 août 1883.

» Ayant décortiqué et dépulpé, en premier lieu, 30^{kg} de melon, j'ai soumis le jus à la fermentation directe, avec addition de 150^{gr} de levure de bière (Springel-Alfort), quelques gouttes d'acide tartrique, le tout maintenu à une température de 28° C. Les résultats ont été négatifs. Après un semblant de fermentation, c'est à peine si la liqueur possédait un vague goût de flegme. J'en ai conclu que le sucre du melon n'est pas directement fermentescible, qu'il faut au préalable l'intervertir.

» J'ai repris alors 30 nouveaux kilogrammes de melon, décortiqués et

dépulpés; j'ai fait chauffer le suc avec de l'acide sulfurique très dilué. Le sucre a été transformé en un mélange de glucose et de lévulose directement fermentescible, c'est-à-dire interverti; car la nouvelle liqueur, mise à fermenter dans les mêmes conditions que précédemment, a donné 5^{lit} d'alcool parfaitement normal et utilisable, sauf quelques flegmes amyliques et propyliques à rectifier.

» Ce résultat pourrait peut-être ouvrir un horizon aux agriculteurs des vallées humides et plantureuses de la France, souvent embarrassés de leurs melons après un été trop pluvieux. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la fermentation panaire.* Note de M. G. CHICANDARD.

« Ma Note sur la fermentation panaire, présentée à l'Académie le 28 mai dernier, a été l'objet de quelques critiques de la part de M. Marcano (séance du 11 juin), de M. Moussette (séance du 25 juin) et de M. Boutroux (séance du 9 juillet). Mon Mémoire complet sur la panification étant sur le point de paraître, j'ai l'honneur d'adresser à l'Académie ma réponse à ces trois Notes.

» 1° Le désaccord entre mes expériences et celles de M. Marcano provient d'une différence dans la nature des produits soumis à la fermentation. A Paris, on ne fait aucune addition autre que la levure de bière à la farine de froment; au Venezuela, il est d'usage d'y ajouter un *décocté de maïs.* La présence d'amidon soluble et de diverses dextrines s'explique par cette addition.

» 2° M. Moussette signale, dans les produits de condensation d'un four Roland, la présence de l'alcool. J'ai pu, en effet, me rendre compte de la présence de ce corps dans les produits de distillation de la pâte; mais, contrairement à l'opinion admise jusqu'ici, cette petite quantité d'alcool n'implique nullement une fermentation alcoolique, car le gluten privé d'amidon en produit également par fermentation.

» 3° Les expériences de M. Boutroux démontrent que le levain qu'il a examiné contenait, en outre de la bactérie que j'ai signalée, quatre organismes différents, dont deux appartenaient au genre saccharomycès; mais rien ne démontre leur activité. J'ai d'ailleurs institué une expérience qui me paraît démontrer nettement l'absence d'une fermentation alcoolique secondaire dans la pâte :

« On mélange de la farine, de la levure, de la dextrose avec de l'eau; on en fait une pâte homogène. On dose la dextrose de 10^{gr} de cette pâte : on trouve 0,55. Deux autres portions de pâte, du même poids, sont abandonnées à la fermentation (la température variant de 20° à 25°); au bout de trois jours, on dose la dextrose de la première portion, au bout de sept jours celle de la seconde : on retrouve dans les deux cas 0,55 de dextrose. L'examen microscopique est d'ailleurs en parfait accord avec les résultats de l'analyse : il montre que les cellules de levure sont successivement détruites. »

» La fermentation panaire ne comporte donc pas plusieurs fermentations juxtaposées, dans le cas d'une pâte préparée, soit avec le levain, soit avec la levure sans autre addition. »

M. A. Lailler adresse une Note relative aux résultats obtenus par lui, dès 1876, dans ses études sur le gluten et sur son dosage à l'état sec. L'auteur fait observer qu'un certain nombre de ces résultats viennent d'être confirmés par les recherches de M. *Balland*.

M. C. Royer adresse une Note relative à l'utilité que présenterait, pour l'assainissement de la ville de Paris, l'établissement de cheminées d'appel pour les émanations des égouts, des fosses d'aisance et des ventilateurs.

M. Berthelot fait observer que les cheminées d'appel des gaz nuisibles, émis par les égouts, par les fosses d'aisance des hôpitaux, des casernes et des localités analogues, devraient nécessairement conduire ces gaz à travers un fourneau ou une grille incandescente, de façon à détruire les poussières, germes infectieux et autres matières organiques que ces gaz renferment. Autrement, on s'exposerait à provoquer au loin les épidémies et maladies contagieuses. Faute d'une précaution de ce genre, les ventilateurs des fosses d'aisance de nos maisons actuelles sont peut-être plus nuisibles qu'utiles à l'hygiène générale. L'ammoniaque qui se rencontre parfois en abondance singulière dans les brouillards parisiens semble tirer de là son origine et traduire d'une façon palpable cette cause d'insalubrité.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 septembre 1883.

Notices sur les colonies anglaises; par M. E. Avalle, 1883. Paris, Berger-Levrault et C[ie]; 1 vol. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées; juillet 1883. Paris, Dunod éditeur; 1 vol. in-8°.

Théorie mathématique des phénomènes électro-dynamiques; par André-Marie Ampère; 1883. Paris, M. Hermann; 1 vol. in-4°.

Le choléra, son traitement préventif, etc.; par le D[r] F. Paquet. Paris; br. in-8°.

Les engrais solubles considérés au point de vue de l'hygiène et de leur préparation; par L.-F. Darreau, vétérinaire à Courtalain. Châteaudun, Imp. Henri Lecesne; br. in-8°.

Essai de Physique rationnelle; par M. F.-G. Granger. I[er] fasc. Alger, Gavault-Saint-Lager, 1883; in-8°.

The proceedings of the Linnean Society of new South Wales; vol. VII. Sydney, F.-W. White, 1882; 2 vol. in-8°.

Extrait du bulletin du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. Note sur les restes de Dinosauriens, etc.; par M. L. Dollo, br. in-8°.

Memoirs of the geological survey of India; vol. II, part. 5. London, Trübner and C°; br. in-4°.

Account of the operations of the great trigonometrical survey of India; volume VII et VIII. Prepared under the directions of lieut-general J.-T. Walker. Dehra Dun. Printed at the office of the trigonometrical branch survey of India, 2 vol. in-4°; 1882.

Földtani Közlöny. Havi Folyóirat Kiadja a Magyarhoni földtani tarsulat, etc.; 1883. Budapest, Verlag der ungarischen geologischen Gesellschaft.; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 SEPTEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur certaines prédictions relatives aux tremblements de terre;* par M. FAYE.

« L'Académie reçoit parfois communication d'idées tellement excentriques que les Commissions chargées de leur examen hésitent à lui en rendre compte : le jugement qu'elles provoqueraient serait purement négatif et pourrait nuire à des savants qu'on risquerait de décourager.

» C'est le cas de celle que M. J. Delauney nous a adressée le 17 novembre 1879. MM. Daubrée, Tisserand et Faye avaient été nommés Commissaires; mais, comme l'auteur affirmait que les planètes, Jupiter et Saturne surtout, exercent une influence décisive sur les tremblements de terre, la Commission s'est abstenue de faire un Rapport.

» Depuis cette époque sont survenus les terribles événements d'Ischia et de l'île de Java. M. Delauney y a trouvé une confirmation frappante de ses vues et n'a pas manqué de le constater devant l'Académie, en disant que, s'il n'avait pas signalé l'année 1883 comme devant être particulièrement agitée, il en avait fait du moins mention dans son Mémoire de 1879.

Il rappelle même la phrase suivante, qu'il a insérée postérieurement dans le journal *la Nature* du 23 octobre 1880 :

« La prochaine tempête séismique serait due à la rencontre de Jupiter et de l'essaim d'août; la date de 1883,5 serait celle du commencement du phénomène. »

» De plus on lit dans les journaux de la semaine dernière que, d'après M. J. Delauney, l'époque la plus critique serait l'année 1886. Il en est résulté déjà d'assez vives inquiétudes dans le public.

» L'esprit humain est ainsi fait : l'accomplissement presque à jour fixe d'une prédiction le frappe toujours vivement, que la prédiction ait été ou non fondée en raison. Là est le secret du long règne de l'astrologie judiciaire qui a bien rencontré parfois ses jours de succès. On ne se demande pas sur quoi l'auteur s'est appuyé pour formuler ses prévisions : on ne voit que la coïncidence purement fortuite qui s'est produite. Et, s'il annonce de nouvelles catastrophes, on ne doute pas qu'elles ne se réalisent à leur tour, puisque déjà une fois les dires de l'auteur se sont trouvés confirmés par l'événement. Dans la circonstance actuelle, nous devons prévenir des inquiétudes sans fondement et ne pas permettre en tout cas qu'elles se propagent sous le couvert de l'Académie; et puisque M. le Président a renvoyé à la même Commission la nouvelle Communication de M. Delauney, je crois devoir prendre la parole aujourd'hui même, comme membre de cette Commission, sans attendre le retour de nos deux Confrères absents, persuadé que ni M. Daubrée, ni M. Tisserand ne me désapprouveront.

» Il y a longtemps que les Géologues enregistrent avec soin les tremblements de terre. Il ne se passe presque pas de jour qu'il ne s'en produise ici ou là sur notre globe. Heureusement les grandes catastrophes, comme celles d'Ischia et de Java, sont beaucoup plus rares; il s'agit le plus souvent de simples frémissements ou de faibles ondulations. Un professeur de Dijon, M. Alexis Perrey, a soupçonné que la Lune devait jouer un rôle quelconque dans ces phénomènes. Pour vérifier cette supposition, il a réuni plus de 5000 mentions de tremblements de terre, et il en a comparé les dates avec celles où la Lune s'est trouvée en syzygie ou en quadrature avec le Soleil. Il se fondait sur ce que, la Lune produisant des marées dans l'Océan, par son attraction, elle devait agir de même sur la masse interne du globe en pleine fusion ignée. De là, pensait-il, de petites poussées exercées continuellement par cette masse liquide contre la croûte solidifiée qui la recouvre. Ces petits efforts suivent la Lune dans son cours comme l'onde de la marée; ils ne produiraient rien d'appréciable par eux-mêmes;

mais si, en quelques points, une sorte d'équilibre instable venait à s'établir entre la pression de l'écorce et les réactions locales de la masse interne, la faible action lunaire serait peut-être capable de déterminer la rupture de cet équilibre et, par suite, de provoquer indirectement des secousses souterraines. Le résultat de ces recherches n'a pas répondu à l'attente de M. A. Perrey; toutefois son Catalogue des tremblements de terre subsiste comme une mine précieuse de documents tout prêts pour d'autres recherches.

» M. J. Delauney l'a étudié à un autre point de vue. Il a cherché, et cela est parfaitement rationnel, si ces phénomènes ne présenteraient pas des traces de retours périodiques, et il a cru y trouver, en effet, que les grands tremblements de terre revenaient à des intervalles d'à peu près douze ans ou vingt-huit ans. Et comme ces deux périodes reproduisent grossièrement celles de Jupiter $11^a,9$, et de Saturne $29^a,5$, il en a conclu, là est évidemment l'erreur, que c'est à l'influence de ces planètes qu'il faut attribuer les tremblements de terre. Influence bien mystérieuse sans doute et totalement différente de celle que M. A. Perrey attribuait à la Lune, car si la Lune, notre très proche voisine, produit sur l'Océan des effets minimes mais incontestables, par son attraction, il ne saurait en être de même de Jupiter et de Saturne, à cause de leur énorme éloignement.

» M. Delauney a été plus loin encore dans cette voie. Il suppose que l'influence de Jupiter se manifeste au moment où cette planète traverse l'essaim des corpuscules qui donne naissance aux étoiles filantes de la Saint-Laurent. C'est là ce qui a conduit le savant auteur à désigner 1883,5 (le 1er ou le 2 juillet 1883) pour la date où doit débuter la période séismique qui atteindrait son maximum en 1886,3 (21 avril 1886).

» Or quel effet pourrait produire le passage de Jupiter à travers cet essaim d'insignifiants corpuscules? S'il existe des habitants sur cette planète, ils auraient eu, à l'époque indiquée, pendant la nuit, le spectacle d'étoiles filantes comme les nôtres au mois d'août, plus rares seulement et beaucoup moins brillantes. Se figure-t-on que ces lueurs fugitives qui traversent notre ciel à l'époque de la Saint-Laurent puissent avoir quelque influence sur nos tremblements de terre? Non sans doute. Eh bien, ce ne sont même pas ces lueurs terrestres dont M. Delauney se préoccupe, mais celles de Jupiter. Ce sont celles-là qui auraient produit les dernières catastrophes sur notre globe.

» Il y a plus, M. Delauney n'a probablement pas fait attention à la nature de l'orbite de cet essaim. Elle est telle que jamais Jupiter ne peut y péné-

trer. Cet anneau, formé de débris cométaires, va bien percer quelque part, à peu près par la longitude héliocentrique de 138°, le plan de l'orbite de Jupiter, mais c'est à une distance énorme de cette planète. Partout ailleurs la forte inclinaison de cet anneau sur l'écliptique (64°) le tient très loin de Jupiter ([1]). La date de 1883,5 est bien à peu près celle de leur plus courte distance; seulement Jupiter, au lieu de pénétrer dans l'essaim, a passé, en 1883,5, à une distance égale à près de trois fois celle de la Terre au Soleil, c'est-à-dire à plus de 100 millions de lieues.

» Ainsi la coïncidence approchée de cette date avec l'un des terribles tremblements de terre de cette année est le résultat d'une méprise astronomique. Les autres prédictions de l'auteur n'ont pas plus de portée, car elles sont basées, comme la première, sur ces passages supposés des planètes par des essaims bien innocents de débris cométaires. Espérons qu'elles n'effrayeront plus personne.

» Il faut chercher ailleurs, tout le monde en conviendra, les moyens de prévision applicables à ces terribles secousses. C'est l'observation directe des phénomènes terrestres, ce sont les études approfondies des Géologues qui, seules, nous y conduiront. On sait déjà que les grandes secousses n'arrivent pas sans donner d'avance quelques avertissements. Il y a, même pour les éruptions volcaniques, des indices prémonitoires, comme pour le choléra. On les connaît depuis longtemps, surtout en Italie, et il paraît bien que la catastrophe d'Ischia aurait pu être évitée ou atténuée, si l'on en avait tenu compte. Là est la véritable voie, et non dans les aspects des planètes par rapport aux hôtes les plus insignifiants de l'espace céleste.

» Du reste, il faut bien le dire, M. Delauney n'est pas le seul esprit distingué qui se laisse entraîner dans la voie des analogies cosmiques. C'est là une tendance qui semble s'accentuer de plus en plus à notre époque. Un des meilleurs types de ce genre est la tentative qui a été faite par des savants éminents, de rattacher les taches du Soleil aux aspects des planètes, et cette autre, qui consiste à rattacher aux taches du Soleil les variations annuelles du nombre des faillites sur la place de Londres. Encore

---

([1]) Voici les éléments de l'orbite des Perséides (étoiles filantes du mois d'août) :

Distance périhélie.............	0,9643
Inclinaison de l'orbite..........	64° 3′
Longitude du nœud...........	138° 16′
Longitude du périhélie..........	343° 28′
Durée de la révolution..........	124 ans environ.

faut-il convenir que la transition des taches du Soleil à ces faillites est bien moins hardie, moins surprenante et moins forcée que celle des passages de Jupiter par l'essaim d'août aux tremblements de terre de l'Italie ou des îles de la Sonde. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* [1].
Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« *Séparation d'avec l'acide titanique.* — J'indiquerai cinq procédés, dont le plus généralement applicable est celui qui se fonde sur l'action de la potasse bouillante.

» 1° On traite la solution titanico-gallique par un petit excès de potasse et l'on fait bouillir pendant quelques minutes. Le précipité floconneux se rassemble rapidement et se filtre sans difficulté; après lavage à l'eau légèrement alcalinisée, il retient seulement de faibles traces de gallium qu'on retire en reprenant *à froid* par HCl étendu et renouvelant l'action de KHO.

» Le présent procédé réussit également bien, qu'on parte, soit du produit de la dissolution du tétrachlorure de titane dans HCl étendu, soit de la liqueur obtenue en reprenant par les acides HCl ou SH^2O^4 étendus l'acide titanique préalablement précipité par KHO, soit enfin du sulfate soluble à froid, résultant de l'attaque des composés titaniques par SH^2O^4 bouillant ou par le bisulfate d'ammoniaque en fusion.

» 2° L'acide titanique gallifère est chauffé avec SH^2O^4. *Après refroidissement,* la masse est dissoute dans beaucoup d'eau, puis bouillie. Le précipité renferme la majeure partie de l'acide titanique, dont il reste néanmoins une portion notable dans la solution. On évapore celle-ci jusqu'à expulsion d'une grande partie de SH^2O^4; il faut cependant qu'il y ait encore un peu de cet acide à l'état libre. On laisse refroidir, on reprend par l'eau et l'on fait de nouveau bouillir.

» La matière se scinde ainsi assez rapidement en deux fractions : (A) précipité contenant presque tout le titane et de faibles traces de gallium; (B) liqueur retenant le gallium avec un peu de TiO^2.

» Le précipité (A) étant redissous dans SH^2O^4 chaud et la solution étendue traitée comme il vient d'être dit, les traces de gallium sont facilement enlevées. Mais la liqueur (B) retient toujours une petite quantité

(1) *Comptes rendus*, août 1883, p. 521.

d'acide titanique, parce qu'on ne saurait pousser l'élimination de l'acide sulfurique libre au delà d'une certaine limite sans provoquer la formation du sous-sulfate de gallium pendant l'ébullition des liqueurs étendues. Il est vrai qu'une bonne part de ce sous-sulfate de gallium repasse en solution pendant le refroidissement de la liqueur non filtrée. La plus ou moins complète précipitation de l'acide titanique dépend donc de la proportion de galline contenue dans le mélange. Les dernières portions de l'acide titanique sont enlevées par la potasse en suivant les indications du procédé n° 1. Malgré cette petite complication analytique, la précipitation du titane par l'ébullition des solutions sulfuriques très étendues peut avantageusement servir, ne fût-ce qu'à concentrer rapidement dans un volume restreint de faibles quantités de galline mêlées à beaucoup de TiO^2.

» Si la matière à analyser était difficilement attaquable par SH^2O^4 bouillant, on la fondrait avec du bisulfate d'ammoniaque. Le produit de cette opération serait repris par l'eau; bouilli, après addition d'eau régale, afin de détruire les sels ammoniacaux; enfin évaporé jusqu'à l'apparition des vapeurs sulfuriques. On retomberait dès lors dans le cas de l'attaque à SH^2O^4 simple.

» 3° La solution chlorhydrique ou sulfurique de TiO^2 gallifère est additionnée d'acide arsénieux et d'un excès d'acétate acide d'ammoniaque; on traite la liqueur par H^2S aussitôt après l'introduction de l'acétate d'ammoniaque; il arrive parfois, en effet, que de l'acide titanique se précipite peu à peu spontanément au sein de la liqueur acétique.

» Le sulfure d'arsenic gallifère est traité comme d'usage (*Comptes rendus*, août 1883, p. 522).

» On obtient rarement ainsi du premier coup un sel de gallium absolument exempt d'acide titanique, mais on peut transformer la galline titanifère en sulfate et appliquer une seconde fois la même méthode, dont l'objet principal est la concentration des traces de gallium disséminées dans une grande masse de TiO^2.

» 4° De l'acide tartrique et un sel de manganèse sont introduits dans la solution sulfurique ou chlorhydrique du composé titanico-gallique; on sursature par l'ammoniaque et on ajoute un excès de sulfure d'ammonium. Le MnS gallifère est très soigneusement lavé, puis traité comme il a été dit précédemment (*Comptes rendus*, juin 1882, p. 1626).

» Cette méthode est surtout applicable à l'extraction de traces de gallium mêlées à de grandes quantités de TiO^2.

» 5° Quand le mélange titanico-gallique est en solution chlorhydrique,

on peut évaporer à sec (en poussant à la fin la température jusque vers 120°) et traiter le résidu à chaud par HCl étendu. Il ne reste avec TiO^2 que des traces de gallium négligeables dans une analyse ordinaire. Dans une analyse rigoureuse, il serait nécessaire d'attaquer le résidu de TiO^2 par SH^2O^4 ou par le bisulfate d'ammoniaque et d'extraire les traces de gallium au moyen d'un des autres procédés.

» L'acide titanique, obtenu par évaporation de sa solution chlorhydrique, traverse facilement les filtres ordinaires; la liqueur ne passe claire que lorsqu'on y a fait dissoudre du chlorhydrate d'ammoniaque et qu'on se sert d'un filtre à contexture serrée. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Filtration des précipités très ténus.* Note de M. Lecoq de Boisbaudran.

« On sait que certains précipités, tels que le soufre en émulsion, traversent les filtres de papier. J'emploie souvent un procédé qui obvie dans bien des cas à cet inconvénient et qui, à ma connaissance, n'a pas encore été indiqué.

» Du papier à filtres est bouilli avec de l'eau régale, jusqu'à ce que la masse se soit fluidifiée; on verse alors dans une grande quantité d'eau et on lave par décantation, ou autrement, le précipité blanc qui s'est formé.

» Pour donner à un filtre une contexture très serrée, on le remplit de cette matière, préalablement délayée dans l'eau, de façon à former une bouillie très claire, et on laisse le tout s'égoutter. Le papier se recouvre ainsi d'une couche qui en obstrue les pores. On peut, en outre, mêler au liquide à filtrer un peu de la même matière en pâte. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'induction* [1]. Mémoire de M. P. Le Cordier. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires précédemment nommés : MM. Bonnet, Resal, Jordan.)

« L'idée d'un milieu continu et incompressible, dont les translations et les pressions produisent les courants et les phénomènes électrostatiques,

(1) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 222 et 1123; t. XCVII, p. 39 et 478.

est adoptée, dans ce Mémoire, non comme une hypothèse, mais comme une image conduisant, plus simplement que toute autre, aux lois qu'il s'agit d'établir. Ces lois sont restreintes aux cas où il est permis de négliger le temps de la propagation du flux d'induction.

» La force électromotrice d'induction, dans un rhéophore à trois dimensions, est décomposée en deux autres, dont l'une produit le courant et l'autre l'électrisation. L'électricité libre se distribue en partie dans le volume et en partie à la surface. Les équations qui déterminent la densité cubique et la densité superficielle sont données. Viennent ensuite quelques exemples, permettant de vérifier expérimentalement les hypothèses faites dans ce Mémoire et dans les précédents.

» Le coefficient de self-induction d'un fil torique est

$$(1) \qquad L = 4\pi a\left(\frac{4\pm 1}{100} + \frac{\mu}{4} + \log \text{nép}\, \frac{a}{c}\right),$$

a désignant le rayon du tore, c celui du fil, μ son coefficient de perméabilité magnétique, et $\frac{4\pm 1}{100}$ un coefficient calculé à $\frac{1}{100}$ près. Cette formule (1) suppose que le courant passe uniformément dans une section droite. Une mesure expérimentale de L, avec un tore de cuivre, pour lequel $\mu = 1$, permet de vérifier cette hypothèse. La même formule pourrait servir à démontrer que l'intensité des courants induits est proportionnelle à l'induction, et non à la force, résultat que Maxwell a déduit d'une expérience de Faraday : en mesurant L dans un tore de fer doux, on peut en déduire la valeur de μ, et comparer cette valeur avec celle que donne l'intensité absolue de l'aimantation du même fil, rectifié et placé dans un champ magnétique uniforme, tel que celui de la Terre. Cette dernière détermination a été faite et a donné $\mu = 500$ environ. Si l'intensité des courants induits dans le fer doux était proportionnelle à ce que Maxwell a appelé *force magnétique*, la première, fondée sur l'équation (1), donnerait $\mu = 1$, au lieu de $\mu = 500$.

» Cette formule montre qu'il importe de bien établir les hypothèses sur lesquelles repose la théorie des courants à trois dimensions. Elle fait prévoir, comme il est facile de le vérifier, qu'on trouverait la valeur absurde $L = \infty$ dans un calcul où le courant serait traité comme linéaire, car elle donne pour L une valeur infinie avec $\frac{a}{c}$.

» Voici deux autres exemples, qui se prêtent aux mêmes vérifications. Le coefficient de self-induction, par unité de longueur, d'un système in-

défini, composé de deux fils de fer doux, rectilignes et parallèles, de même rayon a, parcourus en sens contraires par un même courant, est, c désignant la distance des axes des deux fils, et μ leur perméabilité magnétique,

$$(2) \qquad L_1 = 4\left(\frac{\mu}{2} + \log \text{nép} \frac{c}{a} + \frac{\mu - 1}{\mu + 1}\frac{a^2}{c^2}\right),$$

le terme $\frac{\mu - 1}{\mu + 1}\frac{a^2}{c^2}$, très petit par rapport à $\frac{\mu}{2}$, étant calculé avec une approximation grossière.

» Le coefficient de self-induction, par unité de longueur, d'un système indéfini de deux conducteurs cylindriques, creux et concentriques, parcourus en sens contraires par un même courant, de perméabilités magnétiques μ_1 et μ_2, et de rayons a, b, c, d, en commençant par le plus petit, est

$$(3) \quad L_1 = 2 \log \text{nép} \frac{c}{b} + \mu_1 - \mu_2 + \mu_1 \frac{a^2}{b^2 - a^2} \log \text{nép} \frac{b}{a} + \mu_2 \frac{2d^2 - c^2}{d^2 - c^2} \log \text{nép} \frac{d}{c}.$$

» Si l'un ou l'autre des deux systèmes qui précèdent était trouvé avantageux pour une transmission téléphonique, on aurait un intérêt à diminuer L_1 (*Leçons sur l'électricité et le magnétisme*, par MM. Mascart et Joubert, dernière équation de la p. 595). A ce point de vue, et dans le cas de la formule (2), la substitution du cuivre au fer serait très utile : pour $\frac{c}{a} = 3$, et en conservant ce rapport, on rendrait L_1 environ 156 fois plus petit, pourvu que ce soit bien l'induction, et non la force, qui mesure l'intensité des courants induits, comme le dit Maxwell : tandis que, si c'était la force, L_1 ne varierait pas sensiblement. On peut faire L_1 nul dans l'équation (3), quels que soient les métaux, en choisissant convenablement le rapport des quatre rayons ; mais le système des deux cylindres concentriques, constituant un condensateur, a une grande capacité par unité de longueur, et doit être impropre à toute transmission télégraphique.

» Enfin, les effets électromoteurs et électrostatiques de l'induction sont calculés approximativement pour une sphère creuse, isolée, conductrice, homogène, isotrope et non magnétique, tournant, avec une vitesse angulaire constante et suffisamment petite, autour d'un axe fixe, dans un champ magnétique uniforme et permanent. »

ÉLECTRICITÉ. — *Expériences faites à Grenoble, par* M. Marcel Deprez, *sur le transport de la force par l'électricité.* Note de M. **Boulanger**, au nom de la Commission nommée par la ville de Grenoble pour suivre ces expériences [1].

(Renvoi à la Commission précédemment nommée pour les recherches de M. Marcel Deprez.)

« L'importance de la question du transport de la force par l'électricité n'est plus à constater aujourd'hui, et les expériences faites au mois de mars dernier aux ateliers du chemin fer du Nord ont montré à quels résultats il était possible d'arriver. Le Rapport remarquable qui a suivi ces expériences a indiqué la supériorité de ces résultats sur ceux qu'on avait obtenus précédemment, en même temps qu'il faisait ressortir la concordance existant entre l'expérience et la théorie.

» Aussi, dans les expériences faites à Grenoble, la Commission désignée pour y prendre part a-t-elle cru devoir s'attacher surtout à obtenir un grand nombre d'observations et à faire porter ces observations principalement sur les mesures dynamométriques. Ce sont les résultats de ces mesures qui font l'objet de la présente Note.

» Les mesures électriques n'en ont pas moins été prises; elles ont servi à vérifier plus complètement l'ensemble des expériences et à justifier l'emploi des méthodes adoptées.

» Les machines employées étaient les mêmes qu'aux ateliers du chemin

---

[1] *Composition de la Commission nommée par M. le Maire de la ville de Grenoble :*

MM. Boulanger, capitaine du Génie.	*Président et Rapporteur.*
Labatut, Préparateur de Physique à la Faculté des Sciences.	*Secrétaire.*
Jordan, Ingénieur civil. Kuss, Ingénieur des Mines. Merceron, Ingénieur des Ponts et Chaussées. Rivoire, Ingénieur des Ponts et Chaussées. Pérémé, Ingénieur-Inspecteur des lignes télégraphiques. Viallet, Ingénieur civil.	*Membres.*
Charlon, Ingénieur civil. Perrin, Directeur de l'École professionnelle. Peyrard, Ingénieur civil.	*Membres adjoints.*

de fer du Nord; mais le fil des inducteurs de la réceptrice avait été changé, l'isolement des divers organes avait été amélioré; enfin les deux machines étaient l'une et l'autre isolées du sol au moyen de bâtis en bois sec.

» La réceptrice étant à Grenoble, la génératrice avait été installée dans l'usine Damaye et Compagnie, près de la gare de Vizille, où elle était actionnée par une turbine. Les deux machines étaient à une distance de 14^{km}; elles étaient réunies par deux fils de bronze siliceux de 2^{mm} de diamètre. La résistance de cette ligne était de 167 ohms. Quant aux machines, leur résistance mesurée à plusieurs reprises donna :

			ohms	
Génératrice.	Inducteurs.........		20,10	$R = 56,7$ ohms
	Anneaux..........	$2 \times 18,30 =$	36,60	
Réceptrice.	Inducteurs.........		61,00	$r = 97,00$
	Anneaux...........		36,00	

» Les seuls appareils de mesures mécaniques dont pût disposer la Commission étaient des freins de Prony; il en résulte qu'on fut obligé, pour mesurer le travail absorbé par la génératrice, d'avoir recours à la méthode de substitution. Les vérifications nombreuses qui furent faites pendant la durée des expériences justifièrent pleinement l'emploi de cette méthode, qui présente d'ailleurs le grand avantage d'être plus commode que toute autre dans la pratique.

» La turbine actionnait, au moyen d'engrenages, un arbre de couche; celui-ci transmettait le mouvement à la génératrice, par l'intermédiaire d'un renvoi qui avait dû être placé pour obtenir une vitesse convenable. C'est sur l'arbre de couche que fut installé le frein, monté sur une poulie d'environ $0^m,60$ de diamètre. Ce frein avait été équilibré à vide; son bras de levier avait une longueur de $2^m,50$. Enfin sa température était maintenue sensiblement constante par l'écoulement continu d'une émulsion d'eau de savon et d'huile d'olive. On s'assura d'ailleurs de la sensibilité de l'appareil, en constatant que, le frein étant chargé de 54^{kgr}, l'addition d'un poids de 50^{gr} suffisait pour détruire l'équilibre.

» Le travail maximum de la turbine fonctionnant dans les meilleures conditions de vitesse, mesuré à l'aide de cet appareil, fut trouvé égal à 27 chevaux.

» En appelant P la charge du frein, N_0 le nombre de tours par minute, L la longueur du bras de levier, le travail est donné par l'expression

$$T = \frac{2\pi L N_0 P}{4500} = 0,00349 N_0 P.$$

» A Grenoble, le travail reçu était mesuré par un frein de plus petites dimensions, monté sur la poulie de la réceptrice. Le bras de levier étant de 0,815, sa formule était $T_u = 0,001138\,np$.

» Voici alors comment on opérait :

» La turbine était mise en marche sans que la génératrice fût embrayée, c'est-à-dire en faisant tourner seulement la poulie folle du renvoi. Le frein de Vizille était alors équilibré avec une charge P et l'on comptait N_0. On plaçait ensuite un poids p au frein de Grenoble, et l'on embrayait la génératrice. L'équilibre se trouvait détruit; on le rétablissait à Vizille, de manière à reproduire exactement la vitesse N_0 de l'arbre du frein ; ce qui se réalisait à moins d'un tour près. La charge à Vizille devenait P', et, lorsque l'équilibre était rétabli, on notait simultanément les indications des deux freins.

» Dans ces conditions, il est évident que le travail dépensé par la génératrice et le renvoi, ou *travail moteur brut,* est donné par l'expression

$$T_b = 0,00349\,(P - P').$$

Cela suppose toutefois que le travail total fourni par la turbine ne varie pas pendant la durée de l'expérience.

» Pour s'assurer que cette dernière condition était remplie, après chaque série d'expériences, c'est-à-dire avant de modifier la vitesse de la turbine, on tarait de nouveau le frein, la génératrice en repos, et l'on constata à chaque fois que, pour la même charge, l'arbre du frein reprenait exactement la même vitesse.

» Le Tableau I donne le résultat des expériences (¹). Le travail moteur T_m qui a servi à calculer le rendement est égal au travail moteur brut diminué de la perte due aux frottements du renvoi sur ses coussinets. Cette perte, calculée en tenant compte du poids du renvoi et de la tension des courroies, est égale à $0,00227\,N_0$. Il resterait à tenir compte des glissements des courroies, mais la comparaison des vitesses de la génératrice, calculées et mesurées, montre que ces glissements sont peu importants.

» Les nombres contenus dans le Tableau I sont assez éloquents par eux-mêmes pour qu'il soit inutile de rien ajouter qui en fasse ressortir l'importance, le rendement maximum ayant atteint 62 pour 100 en transportant près de 7 chevaux.

(¹) Le Tableau manuscrit qui a été transmis à l'Académie par M. Boulanger comprend, outre les résultats des expériences du 1er septembre, les résultats d'autres expériences préliminaires, effectuées le 22 et le 23 août.

TABLEAU I.

DATES des expériences.	NUMÉROS des expériences.	VIZILLE.								GRENOBLE.			RENDEMENT $100\times\frac{T_u}{T_m}$.
		Nombres de tours par minute de l'arbre du frein N_0.	Nombres de tours par minute de la génératrice		Charges du frein.		Travail total sur l'arbre du frein $0,00349\,N_0P = T$.	Travail moteur		Nombres de tours par minute de la réceptrice n.	Charges du frein p.	Travail reçu $0,001138\,np = T_u$.	
			calculés N_1.	mesurés N.	Génératrice en repos P.	Génératrice en marche P'.		brut $0,00349\,N_0(P-P') = T_b$.	Transmission déduite T_m.				
					kg	kg	ch	ch	ch		kg	ch	
1er sept. 1883.	H 1...	110	730	720	54,00	35,20	20,73	7,22	6,97	484	6	3,30	47,3
	H 2...	110	730	730	54,00	32,00	20,73	8,45	8,20	446	7	3,55	43,2
	H 3...	110	730	732	54,00	30,00	20,73	9,21	8,96	406	8	3,69	41,1
	K 1...	130	870	865	40,50	21,50	18,37	8,62	8,33	614	6	4,19	50,3
	K 2...	130	870	865	40,50	18,20	18,37	10,11	9,82	586	7	4,66	47,4
	K 3...	130	870	875	40,50	15,50	18,37	11,34	11,05	558	8	5,08	45,9
	L 1...	145	961	946	45,00	27,70	22,77	8,75	8,42	712	6	4,86	57,7
	L 2...	145	961	954	45,00	24,20	22,77	10,43	10,10	686	7	5,46	54,0
	L 3...	145	961	970	45,00	21,70	22,77	11,79	11,46	662	8	6,02	52,5
	M 1...	160	1061	1040	35,00	17,00	19,54	10,05	9,69	830	6	5,66	58,3
	M 2...	160	1061	1040	35,00	14,50	19,54	11,44	11,08	778	7	6,19	55,8
	M 3...	160	1061	1050	35,00	12,10	19,54	12,69	12,33	734	8	6,68	54,1
	N : 1...	170	1127	1140	28,50	9,00	16,90	11,56	11,18	875	7	6,97	62,3

» Toutefois on peut faire sur ces nombres quelques remarques, qui montrent l'accord parfait existant entre les résultats obtenus et la théorie, et qui serviront, par suite, à démontrer l'exactitude des mesures prises et des méthodes suivies pour les obtenir.

» On peut remarquer d'abord que, lorsqu'on atteint les vitesses obtenues dans les expériences, les champs magnétiques des machines sont voisins de leurs points de saturation et cessent d'être fonctions de l'intensité du courant. Les mesures électriques renfermant près de 50 observations ont d'ailleurs montré que les pertes par la ligne étaient négligeables et que l'intensité pouvait être considérée comme uniforme. Si cela est, on doit avoir, comme l'a montré M. Marcel Deprez, en appelant I cette intensité,

$$p = KI \quad \text{et} \quad P - P' = K'I,$$

K et K' étant deux coefficients constants.

» On tire de ces deux égalités

$$\frac{P - P'}{p} = \frac{K'}{K} = \text{const.}$$

» Le Tableau II, établi pour ces mêmes expériences du 1[er] septembre, montre que cette relation est constamment vérifiée.

Tableau II.

Numéros des expériences.	Valeurs de p.	Valeurs de P.	Valeurs de P'.	Valeurs de P — P'.	Valeurs de $\frac{P-P'}{p}$.	Observations.
H 1...	kg 6	kg 54,00	kg 35,20	kg 18,8	kg 3,13	La moyenne des valeurs de $\frac{P-P'}{p}$ peut être prise égale à 3.
H 2...	7	54,00	32,00	22,0	3,14	
H 3...	8	54,00	30,00	24,0	3,00	
K 1...	6	40,50	21,50	19,0	3,16	
K 2...	7	40,50	18,20	21,3	3,04	
K 3...	8	40,50	15,50	25,0	3,12	
L 1...	6	45,00	27,70	17,3	2,88	
L 2...	7	45,00	24,20	20,8	2,97	
L 3...	8	45,00	21,70	23,3	2,91	
M 1...	6	35,00	17,00	18,0	3,00	
M 2...	7	35,00	14,50	20,5	2,92	
M 3...	8	35,00	12,10	22,9	2,86	
N : 1...	7	28,50	9,00	19,5	2,78	

» On déduit de cette remarque un moyen commode de calculer le rendement. En effet, dans le Tableau I, le rendement a été calculé par la formule

$$100 \times \frac{T_u}{T_m} = \frac{0,001138 \times np}{0,00349 N_0 (P - P')},$$

ou, en remplaçant la vitesse de l'arbre de couche par celle de la génératrice,

$$100 \frac{T_u}{T_m} = \frac{0,001138 \times 6,63 \times np}{0,00349 \times N(P - P')},$$

ou enfin, en prenant

$$\frac{p}{P - P'} = \frac{1}{3},$$

comme l'indique le Tableau II,

$$100 \times \frac{T_u}{T_m} = \frac{n}{N} \times 0,72,$$

relation conforme aux indications du Tableau I.

» Ces remarques sont importantes, car elles montrent que les résultats prévus par la théorie ont été vérifiés par les expériences de Grenoble et elles montrent aussi le degré de confiance que l'on peut accorder aux mesures prises par la Commission. »

MÉDECINE. — *Le choléra au point de vue chimique.*
Note de M. **Ramon de Luna**.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

« Les résultats de mes études chimiques et physiologiques sur le choléra morbus asiatique, recueillis en 1865 par moi à Madrid et aux îles Philippines, surtout à Manille, l'année dernière, par des personnes respectables, m'ont conduit aux convictions suivantes :

» 1° La *cause* du choléra se trouve toujours dans l'air, d'où il se propage avec les personnes et les objets.

» 2° Son action s'exerce *exclusivement* par les voies respiratoires.

» 3° C'est surtout pendant l'état passif des individus, en particulier pendant le sommeil, que son incubation a lieu de préférence.

» 4° L'action du microbe ou ferment agit particulièrement sur les globules du sang et empêche l'hématose, déterminant une espèce d'asphyxie graduée jusqu'à la mort.

» 5° Le seul moyen, vérifié par moi et par des médecins espagnols, en Espagne et à Manille, de sauver les individus atteints du choléra, dans la période algide, c'est de leur faire inspirer avec prudence la vapeur hypoazotique mêlée à l'air. Deux ou trois inhalations ont suffi, dans les cas consignés au Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, pour soulager immédiatement les malades et déterminer une réaction franche, après laquelle ils ont été hors de danger au bout de quelques heures.

» 6° Enfin, comme moyen préservatif contre ce terrible fléau, j'emploie des fumigations hypoazotiques, dans les chambres, vaisseaux, etc., deux fois par jour, avant le coucher et au réveil. Pendant la terrible invasion du choléra à Manille, l'année dernière, trois cents ouvriers de l'hôtel de la Monnaie ont été soumis, par mon conseil, à l'action des vapeurs hypoazotiques et préservés absolument. »

M. **W.-R. Brame** adresse, de Westminster, une Note relative à un exemple d'immunité contre le choléra, qu'il considère comme attribuable à l'action du cuivre.

L'auteur rappelle que la ville de Fahlun, en Suède, au voisinage de laquelle se trouvent des mines de cuivre exploitées, a toujours été préservée du choléra. Les opérations métallurgiques répandent dans l'air des vapeurs qui rendent impossible toute végétation sur les collines environnantes. M. Brame pense que ces vapeurs doivent avoir aussi pour effet de détruire les germes qui servent à la transmission du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la Guerre** adresse à l'Académie une Lettre au sujet des travaux de M. le colonel *Mangin* sur la télégraphie optique, accompagnée de divers documents relatifs à la direction imprimée par le colonel aux expériences effectuées par M. Adam, pour établir une communication par des signaux optiques, entre l'île Maurice et l'île de la Réunion.

(La Lettre de M. le Ministre et les documents dont elle est accompagnée sont renvoyés à l'examen d'une Commission composée de MM. Faye, Jurien de la Gravière, Mouchez, Cornu, Perrier).

La **Compagnie des chemins de fer de Paris a Lyon et a la Méditerranée** transmet à l'Académie un certain nombre d'exemplaires du Rapport qu'elle vient de publier sur les travaux effectués, pendant la campagne de 1882, par le service spécial institué à Marseille pour combattre le Phylloxera.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le numéro d'octobre 1882 du *Bullettino* publié par M. le prince *Boncompagni*. Ce numéro contient une Note de M. *A. Favaro*, intitulée « Gli autografi galileiani nell' Archivio marsigli in Bologna » ;

2° Un Mémoire de M. *E. Narducci*, extrait du même Recueil, et intitulé « Intorno a vari comenti fin qui inediti o sconosciuti al « Satyricon » di Marziano Capella ».

3° Deux ouvrages imprimés en anglais, adressés par M. *C.-S. Peirce*, et portant pour titres « Linear associative Algebra, by Benjamin Peirce » et « Studies in Logic, by members of the John Hopkins University ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, trois Notes extraites des Mémoires de la « Reale Accademia dei Lincei » et adressées par M. *G. Govi*.

« La première Note, intitulée « De l'action que la température exerce sur la vitesse du son dans l'air, et sur la valeur de cette vitesse, d'après les expériences exécutées à Bologne par Jean Ludovic-Bianconi en 1740 », a pour objet d'assurer à Bianconi l'honneur d'avoir prouvé le premier que le son marche moins vite en hiver qu'en été. Ni le P. Mersenne, ni l'Académie du *Cimento*, ni les autres savants qui s'étaient occupés de la question n'avaient pu le constater avant lui. Bianconi trouva, en 1740, que le son employait 76 secondes en été et $78^s,5$ en hiver pour parcourir certaine distance qu'il n'avait pas pu mesurer. M. Govi a cherché à obtenir cette mesure avec assez d'exactitude, en partant des travaux de l'État-Major italien, et il en a déduit (en moyenne) pour la vitesse du son à 0°, d'après les expériences de Bianconi : $330^m,779$, c'est-à-dire la vitesse même obtenue par Regnault dans ses mémorables expériences.

» Dans sa seconde Note, M. Govi indique le moyen de remplacer l'ancien disque tournant de Newton à secteurs colorés, pour la recomposition subjective du blanc, par un spectre lumineux circulaire, qu'il obtient en utilisant une expérience imaginée autrefois par M. Desains pour projeter les phénomènes de la double réfraction.

» La troisième Note de M. Govi se rapporte à un phénomène de pseudoscopie, qu'on observe quand on regarde une médaille, un cachet, etc., avec un microscope composé, ou avec une lunette qui renverse les images. La découverte de ce phénomène a été attribuée à plusieurs personnes, et notamment aux membres de la *Royal Society* de Londres qui l'ont effectivement remarqué le 28 février 1669. Mais la *Royal Society* avait été devancée par un opticien italien, *Eustache Divini*, de San Severino, qui, d'après des documents authentiques et imprimés, rapportés par M. Govi dans sa Note, avait découvert, étudié et expliqué ce phénomène dès le 15 juillet 1663. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète découverte par M.* Brooks *le* 2 *septembre, et de la planète* (234), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*), par M. G. Bigourdan.

	Dates 1883.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite Astre — ⋆.	Déclinaison Astre — ⋆.
Comète	Sept. 5.......	*a*	16374 Arg. OE_1.	9	+0.58,08 (m s)	+ 0.25,7 (′ ″)
	5.......	*a*	» »	»	+0.53,49	— 0.29,4
	8.......	*b*	16323 »	7,5	+1.22,61	+ 1. 1,6
	9.......	*c*	1283 BD + 63°.	8	—2. 5,03	— 1.57,3
(234)	Sept. 4.......	*d*	Anonyme.	10	+0. 8,58	— 2.22,0
	5.......	*e*	Id.	9,5	—4. 5,91	— 2.42,0
	8.......	*f*	Id.	9	—0.23,34	— 8.28,8
	9.......	*g*	21258-59 Arg. OE_2.	8	+0.13,76	— 0.33,7

Positions des étoiles de comparaison.

Date 1883.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
Septembre 5.....	*a*	16.32.29,52 (h m s)	—0,12 (s)	+64.27.27,7 (° ′ ″)	+20,3 (″)	Arg. OE_1.
8.....	*b*	16.29.21,80	—0,23	+63.49.10,9	+19,9	Id.
9.....	*c*	16.31.59	—0,23	+63.38. 9	+20,0	B.D.
4.....	*d*	21.10.45	+4,13	—19.24.30	+22,9	Pos. approxim.
5.....	*e*	21.14.30	+4,13	—19.40.45	+23,0	Id.
8.....	*f*	21.10.41	+4,13	—20.16. 0	+22,5	Id.
9.....	*g*	21.10. 1,97	+4,12	—20.39.31,2	+22,4	Arg. OE_2.

Positions apparentes de la comète et de la planète.

	Date 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison. apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
Comète	Sept. 5..	9.47. 7 (h m s)	16.33.27,48 (h m s)	$\bar{1}$,907	+64.28.13,7 (° ′ ″)	$\bar{1}$,673	14:12
	5..	11.36. 1	16.33.22,89	$\bar{1}$,939	+64.27.18,6	0,629	12:12
	8..	9.54.41	16.30.44,18	$\bar{1}$,915	+63.50.32,4	0,005	21:28
	9..	10.58.26	16.29.53	$\bar{1}$,941	+63.36.32	0,408	18:24
(234)	Sept. 4..	8.51.21	21.10.58	$\bar{1}$,175*n*	—19.26.29	0,907	20:18
	5..	10.54.18	21.10.28	$\bar{2}$,882	—19.43. 4	0,913	9:6
	8..	8.28.22	21.10.22	$\bar{1}$,209*n*	—20.24. 6	0,908	20:18
	9..	9.36.34	21.10.19,85	$\bar{2}$,547	—20.39.42,5	0,917	24:24

» La comète est une petite nébulosité sans queue, avec un noyau de 12[e] grandeur; elle est à peu près ronde, et son diamètre est de 40″ environ. »

MÉCANIQUE. — *Proposition sur une question de Mécanique relative à la figure de la Terre.* Note de M. E. **Brassinne.**

« La question de la figure de la Terre a été étudiée par un grand nombre de géomètres; il me semble qu'on peut ajouter à leurs recherches quelques observations qui simplifient cet important problème.

» 1. Considérons un ellipsoïde homogène $\frac{x^2}{A^2}+\frac{y^2}{B^2}+\frac{z^2}{C^2}=1$. Les forces attractives exercées par toute la masse sur un point (x', y', z') sont exprimées par les relations $X=x'P$, $Y=y'Q$, $Z=z'R$, d'où il résulte que les points pour lesquels $X^2+Y^2+Z^2$ a une valeur constante K^2 sont placés sur la surface de l'ellipsoïde

$$P^2x^2+Q^2y^2+R^2z^2=K^2.$$

» 2. Théorème. — *Supposons que les forces (exprimées comme au n° 1) agissent sur les molécules d'un ellipsoïde dont la masse est un liquide homogène; si ces forces sont telles qu'on ait la proportion*

$$P:Q:R=\frac{1}{A^2}:\frac{1}{B^2}:\frac{1}{C^2},$$

dans cette hypothèse (si elle est réalisable), l'ellipsoïde aura une figure d'équilibre.

» Considérons dans le sens de l'axe A des x une colonne liquide infinitésimale; un de ses éléments dx sera sollicité par une force xP, et le poids de cet élément sera $Px\,dx$; par suite, le poids d'une longueur x sera $P\frac{x^2}{2}$, et pour tout l'axe $\frac{PA^2}{2}$. Le même calcul donnera $\frac{QB^2}{2}$, $\frac{RC^2}{2}$ pour les poids des colonnes suivant les y et les z. D'après l'hypothèse, ces trois poids sont égaux.

» L'égalité des poids des axes principaux démontre l'égalité des poids des rayons de l'ellipsoïde, considérés comme des colonnes infinitésimales. En effet, un point (x, y, z) du rayon sera sollicité par trois forces, xP, yQ, zR, et le poids total aura pour expression $\int(Px\,dx+Qy\,dy+Rz\,dz)$, résultat identique, à un facteur près, à l'équation de l'ellipsoïde.

» Dans les conditions supposées, la surface de l'ellipsoïde est sollicitée en un de ses points (x, y, z) par les forces xP, yQ, zR, et, par suite, la relation des couches de niveau $Px\,dx+Qy\,dy+Rz\,dz=0$ existe, puisque

l'intégrale de cette expression donne pour premier membre l'équation de l'ellipsoïde multipliée par une constante.

» *Proposition réciproque.* — Si l'équilibre d'un ellipsoïde homogène à trois axes inégaux existe, les poids des trois colonnes suivant les axes principaux, savoir $\frac{A^2P}{2}$, $\frac{B^2Q}{2}$, $\frac{C^2R}{2}$, seront égaux et la proportion supposée sera vérifiée.

» D'après ces considérations, on peut conclure que *l'équilibre d'un ellipsoïde fluide homogène est assuré si les constantes* P, Q, R *des forces attractives sont en raison inverse du carré des axes.*

» *L'équilibre d'un ellipsoïde fluide homogène est assuré si les constantes* P, Q, R *des forces attractives sont en raison inverse du carré des axes.*

» 3. Si l'ellipsoïde est une masse liquide ayant une vitesse angulaire ω autour de l'axe principal des x, chaque molécule sera sollicitée par les deux composantes $y'\omega^2$, $z'\omega^2$ de la force centrifuge, et dans ce cas les forces à considérer seront

$$x'P, \quad y'(Q-\omega^2), \quad z'(R-\omega^2),$$

qui devront satisfaire aux conditions supposées pour le cas d'équilibre.

» 4. Dans un ellipsoïde homogène, les quantités P, Q, R sont déduites par l'intégration des valeurs de A, B, C, et il n'est pas certain que la proportion supposée soit possible; dans le cas où les forces attractives sont modifiées par l'action centrifuge, au lieu des constantes Q, R on doit considérer dans la proportion les quantités $Q-\omega^2$, $R-\omega^2$, et l'on en déduit deux relations

$$(Q-\omega^2)\frac{B^2}{A^2}=P, \quad (R-\omega^2)\frac{C^2}{A^2}=P,$$

auxquelles on satisfait par deux valeurs de ω; par suite, deux ellipsoïdes à axes inégaux satisfont aux conditions d'équilibre. Mais il n'y a pas de solution qui corresponde à une rotation nulle ou à $\omega = 0$; par suite, l'ellipsoïde liquide qui n'est pas doué d'un mouvement de rotation ne sera pas en équilibre.

» *Corollaire.* — Supposons qu'à l'origine la Terre ait été une sphère homogène liquide : cette figure, pour laquelle l'équilibre est évident, n'aurait pas été compatible avec l'existence d'un axe permanent. L'aplatissement qui résulte de la force centrifuge assure sa stabilité, mais cette action centrifuge doit sans doute être combinée avec les forces attractives P, Q, R

de la masse du sphéroïde, de telle sorte que les constantes P, $Q - \omega^2$, $R - \omega^2$ remplissent les conditions d'équilibre indiquées dans le théorème, ce qui démontrerait que la rotation a une valeur qui n'est pas arbitraire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Lois de l'induction due à la variation de l'intensité dans des courants de formes diverses. — Courant circulaire.* Note de M. **Quet**.

« Les lois de l'induction due à la variation d'intensité deviennent très simples lorsque les dimensions des systèmes de courants sont très petites. Alors, en effet, la force est perpendiculaire au plan mené par le centre de la masse induite et par l'axe du système inducteur; pour les circuits plans et les solénoïdes cylindriques et sphériques, je trouve que la grandeur de la force se réduit à cette expression

$$F = \frac{k}{2} mp \frac{di}{dt} \frac{\omega \sin \varepsilon}{R^2},$$

dans le cas d'un seul courant plan. ω est l'aire du circuit, R la distance du centre de gravité de cette aire à la masse induite m, ε l'angle que R fait avec la normale du circuit, et $p = 1$.

» Pour un cylindre électrodynamique, R est mené à partir du centre du cylindre et p désigne le rapport de la longueur L du cylindre à la distance l des génératrices consécutives.

» Pour un solénoïde sphérique, R est mené du centre de la sphère, ω est l'aire d'un grand cercle, et p est proportionnel au rapport qui existe entre le rayon et l'arc l de grand cercle intercepté par deux génératrices consécutives qui lui sont perpendiculaires.

» Le second membre de l'expression précédente est la partie principale d'une série dont on a négligé les termes d'un ordre supérieur au troisième par rapport aux dimensions des circuits. Lorsqu'il s'agit d'un système quelconque de courants plans très petits et contenus dans un petit espace, la formule précédente subsistera encore, en y remplaçant $\omega \frac{di}{dt}$ par le moment maximum de la variation d'intensité et en rapportant l'angle ε à l'axe de ce moment. Toutefois, dans ce degré de généralité, l'approximation sera un peu moindre, car on négligera dans la série les termes d'un ordre supérieur au second.

» La formule montre que le décroissement de la force dû à l'augmentation de la distance est moins rapide que pour l'action électrodynamique ou

magnétique des courants permanents. Cela permet de penser que, s'il y a des orages magnétiques dans le Soleil, leur retentissement peut parfois se propager, malgré l'énorme distance, jusqu'à la Terre. Cette application sera développée plus tard.

» Il n'est pas inutile de remarquer que la formule précédente a de grandes analogies avec celle qui donne l'action d'un élément de courant sur un pôle d'aimant.

» Lorsque les dimensions du courant ne sont pas très petites, la loi de la force est naturellement moins simple; néanmoins on peut en obtenir l'expression développée dans plusieurs cas, par exemple lorsque le courant est circulaire ou qu'il a la forme d'un rectangle. Je me propose de traiter quelques-unes de ces questions.

» En général, la force élémentaire de l'induction par variation d'intensité a pour expression

$$f = -\frac{k}{2} m \frac{di}{dt} \frac{ds \cos\theta}{r} = -\frac{k}{2} m \frac{di}{dt} \frac{dr}{r} = h \frac{dr}{r}.$$

x, y, z étant les coordonnées rectangulaires du milieu M de ds par rapport à l'origine O qui est placée au centre de la masse induite m, et A, B, C étant les composantes des forces appliquées à m et provenant de tous les éléments d'un circuit fermé, on a ce type

$$A = h\int \frac{x}{r}\frac{dr}{r} = h\left(-\frac{x}{r} + \int \frac{dx}{r}\right) = h\int \frac{dr}{r},$$

ainsi

$$A = h\int \frac{dx}{r}, \quad B = h\int \frac{dy}{r}, \quad C = h\int \frac{dz}{r}, \quad h = -\frac{k}{2} m \frac{di}{dt}.$$

» Appliquons ces formules générales au cas particulier d'un courant circulaire de centre C et de rayon ρ; la normale CN à ce circuit est menée par le centre C vers le côté d'où l'on voit le courant circuler de droite à gauche; je dirige Oz parallèlement à CN et Ox suivant la perpendiculaire menée de O sur la normale CN. Je désigne par x', y', z' les coordonnées du centre C du cercle par rapport à l'origine O, et par ξ, η, ζ celles du milieu M de ds par rapport à l'origine C; u sera l'angle que CM fait avec le plan zOx. On a

$$dx = d\xi = -\rho \sin u\, du, \quad dy = d\eta = \rho \cos u\, du,$$

$$A = -h\rho\int \frac{\sin u\, du}{r}, \quad B = h\rho\int \frac{\cos u\, du}{r}, \quad C = 0;$$

pour deux points symétriques par rapport au plan zOx, $\sin u$ change de signe et il est facile de conclure de là que $A = 0$. C'est, au reste, ce qu'indique également la valeur de l'intégrale qui peut ici s'effectuer. Il suit de là que la force a pour grandeur et direction celles de sa composante B; elle est donc perpendiculaire au plan OCN; elle est d'ailleurs dirigée vers la gauche de l'observateur placé sur Oz et regardant CN, lorsque B est positif.

» Je désigne par ε l'angle que le rayon vecteur R ou CO fait avec la normale CN; comme le plan du cercle est perpendiculaire à zOx, on a

$$\cos \mathrm{OCM} = -\sin\varepsilon \cos u;$$

par suite,

$$B = h\rho \int \frac{\cos u \, du}{\sqrt{R^2 + 2R\rho \sin\varepsilon \cos u + \rho^2}}.$$

Je pose

$$\frac{2R\rho \sin^2\varepsilon}{R^2 + \rho^2} = \sin 2\varphi = \frac{2 \operatorname{tang}\varphi}{1 + \operatorname{tang}^2\varphi}.$$

» Cette équation fournit pour $\operatorname{tang}\varphi$ deux valeurs réelles, positives et inverses l'une de l'autre. Je prends celle de ces valeurs qui est plus petite que l'unité et j'ai

$$B = h\rho \sqrt{\frac{1 + \operatorname{tang}^2\varphi}{R^2 + \rho^2}} \int \frac{\cos u \, du}{\sqrt{1 + 2 \operatorname{tang}\varphi \cos u + \operatorname{tang}^2\varphi}}.$$

A l'aide de la formule d'Euler, on obtient

$$B = h\rho \sqrt{\frac{1 + \operatorname{tang}^2\varphi}{R^2 + \rho^2}} \int \cos u \, du (P_0 + P_1 \cos u + P_2 \cos 2u + \ldots).$$

Les limites de u étant 0 et 2π, on tire de là

$$B = \frac{k}{2} m \frac{di}{dt} \pi\rho \sqrt{\frac{1 + \operatorname{tang}^2\varphi}{R + \rho^2}} \operatorname{tang}\varphi \left(1 + \frac{3}{8} \operatorname{tang}^2\varphi + \frac{15}{64} \operatorname{tang}^4\varphi + \ldots\right).$$

» Si ρ est plus petit que R et que l'on néglige les termes qui contiennent les puissances du rapport de ρ à R supérieures à la troisième, on tire de là

$$B = \frac{k}{2} m \frac{di}{dt} \frac{\pi\rho^2}{R^2} \sin\varepsilon_1.$$

» Cette formule coïncide avec l'expression que j'ai déjà donnée. »

OPTIQUE. — *Sur l'absorption des rayons ultra-violets par les substances albuminoïdes.* Note de M. **J.-L. Soret**.

« L'étude du spectre d'absorption des milieux de l'œil ([1]) m'a conduit à examiner aussi les substances albuminoïdes, bien que les difficultés de préparation de ces corps laissent peu d'espoir de les obtenir à l'état de pureté. Dans ces recherches, j'ai été secondé successivement par deux chimistes qui ont bien voulu me prêter leur précieux concours.

» 1. J'ai étudié d'abord une série de produits dérivés de l'albumine de l'œuf, préparés par M. A. Danilewsky, dont les travaux sur ces substances sont bien connus ([2]). Tous ces produits ont accusé, d'une manière plus ou moins marquée, la bande d'absorption que j'avais précédemment observée sur le blanc d'œuf, laquelle coïncide avec la raie 17 du cadmium, et est suivie d'une bande de transparence sur 18 ([3]). Je me borne à citer sommairement les principaux résultats :

» *Blanc d'œuf* étendu d'eau : l'épaisseur de cette dissolution éteignant la raie 17 est à peu près la moitié de celle qui éteint la raie 18; la courbe d'absorption présente quelques petites différences suivant les échantillons. — *Albumine* précipitée par l'acide chlorhydrique et redissoute dans un excès d'acide : même résultat, sa transparence étant généralement un peu plus grande. — *Albumine* β (dissoute dans HCl), *protalbine, protalbine artificielle* : même résultat qu'avec l'albumine acidifiée. — *Pepsinopseudopeptone, pancropseudopeptone* : même bande, mais moins accentuée, etc.

» J'ai examiné, en second lieu, une série d'autres albumines que M. le professeur Denis Monnier a bien voulu préparer pour moi. Voici les résultats :

Albumine pure (extraite du blanc d'œuf par le procédé de M. Wurtz), *caséine* de lait, *sérine* (extraite du sang de porc) : même spectre qu'avec le blanc d'œuf. — *Mucine* (extraite

---

([1]) *Comptes rendus* du 19 mai 1879, du 30 juillet 1883 et du 27 août 1883.

([2]) *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 1881 et 1882.

([3]) *Voir* la courbe d'absorption du blanc d'œuf, donnée dans les *Comptes rendus* du 19 mai 1879. — Chez quelques-uns de ces produits, ceux qui sont le plus chargés de matière colorante brune, il n'y a pas, à proprement parler, de bande obscure : on observe seulement une inflexion de la courbe d'absorption qui, rapidement décroissante dans la partie relativement peu réfrangible du spectre, s'infléchit dans le voisinage de la raie 17, pour reprendre ensuite sa marche descendante à partir de 18. C'est là l'effet ordinaire que produit le mélange de plusieurs substances absorbantes dont l'une, lorsqu'elle est isolée, donne lieu à une bande d'absorption.

de l'*Helix pomatia*) : la bande d'absorption s'est un peu élargie du côté le moins réfrangible. — *Globuline* (extraite du cristallin de bœuf, sans avoir été desséchée) : même résultat; l'absorption est notablement plus grande que celle de l'albumine à poids égal. — *Globuline* desséchée, dissoute dans l'acide caustique, puis acidifiée par HCl : sa bande est moins large qu'avec l'échantillon précédent, elle occupe la même place que dans l'albumine, mais elle est moins prononcée. — *Myosie* (préparée par M. Danilewsky) et *Sintonine :* même bande que dans l'albumine; mais l'absorption générale est plus grande, ce qui résulte peut-être de la fluorescence violette de ces deux produits. »

» On peut conclure, de cette constance des résultats, que *toutes les substances albuminoïdes étudiées contiennent un principe commun, auquel est due la bande d'absorption qui les caractérise.*

» La *gélatine*, qui s'écarte de l'albumine à beaucoup d'autres égards, se comporte tout différemment; elle est beaucoup plus transparente et ne donne lieu à aucune bande.

» 2. Nous avons vu que l'acide chlorhydrique n'altère pas sensiblement les propriétés d'absorption de l'albumine; tout au plus en augmente-t-il un peu la transparence.

» Au contraire, l'addition de soude caustique (ou d'ammoniaque) modifie profondément le spectre des albumines; c'est ce que nous avons reconnu, M. Danilewsky et moi, en opérant d'abord sur le blanc d'œuf. Le caractère principal de cette modification consiste en ce que la bande de transparence sur la raie 18 du cadmium disparaît complètement; l'absorption reste la même ou diminue quelque peu pour la raie 17, à partir de laquelle la courbe décroît régulièrement jusqu'à l'extrémité du spectre; souvent il se manifeste une légère bande d'absorption entre 14 et 16, d'autres fois cette bande se réduit à une simple inflexion. En d'autres termes, la transparence entre 17 et 22 diminue considérablement, et la bande d'absorption, en s'atténuant presque totalement, se déplace du côté le moins réfrangible.

» Lorsqu'on neutralise la soude avec l'acide chlorhydrique, l'état primitif est rétabli, presque toujours d'une manière complète.

» Il est à remarquer que la soude, par elle-même, est très transparente dans toute cette région du spectre ultra-violet.

» Cet effet de la soude, constaté sur le blanc d'œuf, l'albumine pure, la caséine, la myosine et la sintonine, est une nouvelle preuve de l'identité du principe auquel est dû le spectre d'absorption de ces corps. Il montre, en outre, que l'action des alcalis détermine une modification de constitution

moléculaire, ce qui n'a pas lieu dans la combinaison avec l'acide chlorhydrique.

» J'ai reconnu que d'autres substances organiques, susceptibles de se combiner avec les acides et avec les bases, jouissent de propriétés analogues : leur spectre n'est pas modifié par l'addition d'acide chlorhydrique; il subit un changement très sensible par l'action d'un alcali.

» Par exemple, la sarcine, à l'état naturel ou combinée avec l'acide chlorhydrique, donne lieu à une bande d'absorption très prononcée sur les raies 20 et 21, suivie d'une bande de transparence sur 24 et 25. Ajoutons de la soude, et tout le spectre semble se déplacer du côté le moins réfrangible : la bande d'absorption se transporte sur 18 et 20, et la bande de transparence sur 22.

» Avec la tyrosine, l'effet est très analogue, on peut presque dire identique à ce qui se passe pour l'albumine : la bande de transparence, qui à l'état naturel se manifestait entre 20 et 21, disparaît complètement sous l'influence de la soude, et il se produit en revanche une faible bande d'absorption dont le centre est entre 14 et 16.

» D'ailleurs, il y a une grande ressemblance entre les spectres de la tyrosine et de l'albumine, soit à l'état naturel, soit en combinaison avec la soude, à tel point que l'on pourrait parfaitement admettre leur identité réelle, en supposant seulement la présence, dans l'albumine, d'une autre substance absorbante sans caractère électif, qui rejetterait légèrement la bande de transparence principale du côté le moins réfrangible, et qui ferait disparaître le second maximum très peu prononcé que la tyrosine présente sur 26. On pourrait donc supposer, avec un certain degré de probabilité, que la tyrosine entre intégralement dans la constitution des albumines. Mais on pourrait admettre aussi que la tyrosine et l'albumine contiennent seulement un principe absorbant commun. Or la tyrosine, conformément à la synthèse de MM. Erlenmeyer et Lipp, est de l'alanine dans laquelle un atome d'hydrogène a été remplacé par un groupe paroxyphényle; l'alanine étant transparente pour l'ultra-violet, c'est à ce groupe paroxyphényle que la tyrosine doit ses propriétés d'absorption.

» D'après les recherches de MM. Hartley et Huntington, quelques autres corps de la série aromatique présentent des spectres d'absorption qui ne sont pas sans analogie avec celui de l'albumine; il serait donc prématuré de s'arrêter à une conclusion positive, avant une étude plus complète de cette catégorie de composés. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *De la ration alimentaire chez le chien.* Note de M. GUIMARAES, présentée par M. Vulpian [1].

« En faisant sur le café les expériences dont les premiers résultats ont été présentés à l'Académie (décembre 1882), j'ai été amené à prendre chaque jour le poids du corps d'un certain nombre de chiens et aussi le poids de leur alimentation journalière. Plus récemment, j'ai répété des pesées analogues sur des chiens soumis par moi et par M. Couty à l'action d'un froid prolongé; pendant ces dernières expériences, mon attention a été attirée sur les faits qui font l'objet de cette Communication.

» Tous ces animaux, qui avaient appris dans les rues de Rio à se nourrir de substances animales, ont été soumis à une alimentation exclusive de viande fraîche de bœuf. Sept d'entre eux ont été suivis à l'état normal, pendant six à quatorze jours : la quantité de viande mangée varie considérablement d'un jour à l'autre; mais, si l'on prend la moyenne de la ration journalière de chaque animal, on voit que, suivant les expériences, elle égale $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{16}$ du poids du corps.

» Cette consommation devient encore plus considérable sur les chiens soumis au café ou à l'influence d'une température froide. Les cinq chiens qui ont reçu, pendant six à quatorze jours, une dose de 50 à 100^{gr} d'infusion forte de café dans l'estomac, ont mangé chaque jour en moyenne $\frac{1}{8}$ ou $\frac{1}{9}$ de leur poids. Des quatre chiens soumis au froid, les deux qui ont supporté, chacun pendant douze jours, un froid peu marqué de 10 à 12°, ont consommé une quantité égale à $\frac{1}{9}$ et $\frac{1}{12}$ de leur poids.

» Pour rechercher si cette énorme dépense alimentaire n'était pas produite par le régime exclusif de viande, dans les expériences que j'ai faites seul, ou dans celles que je fais actuellement avec MM. Couty et Niobey sur le café, nous avons soumis quelques animaux à des régimes différents.

» Trois chiens ont été nourris avec des fragments de viande grasse de porc et avec de la bouillie de farine de manioc. Ils ont mangé fort peu, $\frac{1}{60}$ environ de leur poids; ils ont maigri rapidement; l'un d'eux a fini par mourir au bout de treize jours; il est évident que cette alimentation presque exclusivement hydrocarbonée était insuffisante.

» Trois autres chiens ont reçu une alimentation mixte, composée de viande de bœuf et de graisse de porc. La graisse était donnée en quantité

---

[1] Travail du laboratoire annexe du Muséum de Rio-Janeiro.

surabondante et la viande en quantité fixe. Le chien consommait toute la viande mise à sa disposition, soit 180 à 250gr, et seulement une partie de la graisse, et il maigrissait plus ou moins : la proportion totale des aliments absorbés égalait $\frac{1}{22}$ à $\frac{1}{24}$ du poids du corps. La moitié environ était constituée par la viande ; la proportion d'hydrocarbure consommée, égalant $\frac{1}{45}$ à $\frac{1}{50}$, était donc déjà plus considérable que dans les cas d'alimentation exclusivement hydrocarbonée.

» Nous avons cherché, en comparant nos divers animaux, si la race et la taille avaient une influence ; mais nous n'avons rien constaté de précis. Quoique généralement les petits chiens mangent un peu plus que les gros, nous avons quelquefois obtenu des moyennes inverses. Les chiens de rue mis à notre disposition étaient trop profondément métissés pour que nous pussions étudier avec soin l'influence de la race.

» Il est certain, en tout cas, que cette dépense alimentaire élevée ne pouvait s'expliquer par aucune condition spéciale à nos animaux. La viande de bœuf utilisée était de bonne qualité, dépourvue d'os, elle paraissait seulement peu grasse et un peu aqueuse. La quantité surabondante mise chaque jour à la disposition du chien était pesée ; le lendemain, on pesait la viande laissée, et on renouvelait la provision.

» Les chiens étaient libres dans des cages, grandes et suffisamment aérées. Les matières fécales ont été recueillies et pesées, pendant six expériences ; leur moyenne journalière a atteint 5gr à 6gr par kilogramme du poids de l'animal sur les chiens normaux, et 6gr à 7gr sur les chiens soumis au froid ou au café, soit moins de 8 pour 100 du poids de la viande consommée.

» Enfin le poids total du corps pris chaque jour n'a pas varié d'ordinaire d'une façon sensible ; sur quelques-uns de nos chiens, il a augmenté ; sur deux animaux soumis à la viande et au café, il a légèrement diminué. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la division du noyau cellulaire chez les végétaux.* Note de M. L. **Guignard**, présentée par M. Van Tieghem.

« On a reconnu, dans ces dernières années, que le mode de division le plus fréquent du noyau, dans les cellules végétales et animales, présente une succession de phénomènes complexes qui se passent à la fois dans le noyau et dans le protoplasme cellulaire. C'est pour indiquer le rôle du protoplasme qu'on donne parfois à ce mode de partition le nom de *division indi-*

recte, afin de le distinguer de la *division directe*, qui représente surtout une évolution propre du noyau.

» A part des différences d'ordre secondaire, en rapport avec la nature variée des cellules observées, on pouvait prévoir qu'il ne doit pas exister, à cet égard, de différence fondamentale entre les deux règnes; aussi, les botanistes et les zoologistes se sont-ils efforcés de ramener à un schéma général, unique, les divers cas observés par eux dans le domaine de la Botanique et de la Zoologie.

» Cependant, si l'on consulte les travaux les plus récents des observateurs qui se sont le plus occupés de la question, tels que M. Strasburger et M. Flemming, on constate que chacun d'eux envisage les faits d'une façon particulière et propose une explication différente. C'est ainsi que les conclusions de M. Strasburger, qui a surtout étudié la division chez les végétaux, sont repoussées sur des points essentiels par M. Flemming, dont les observations ont porté presque exclusivement sur les animaux.

» En raison de l'intérêt que cette question présente au point de vue de la biologie générale, je crois devoir faire connaître quelques-uns des résultats auxquels m'ont conduit mes observations sur les cellules végétales, comparées à celles qui ont eu pour objet les cellules animales. J'ai examiné des tissus de nature variée : cellules mères de pollen, chez des Monocotylédones et des Dicotylédones, sac embryonnaire avec noyaux en voie de multiplication, cellules d'endosperme succédant à la fécondation, parenchyme d'ovules et de parois ovariennes, etc.

» Les réactifs susceptibles de différencier les éléments constitutifs du noyau et du protoplasme cellulaire montrent que le noyau à l'état de repos est formé, à l'intérieur de sa membrane d'enveloppe, d'un hyaloplasme servant de substratum à des granulations ou microsomes, qui offrent les réactions de la nucléine et sont disposées sous la forme d'un réseau ou d'un filament à replis plus ou moins anastomosés, avec un ou plusieurs nucléoles sur le trajet ou simplement au contact du filament.

» On distingue les phases suivantes dans le cours de la division :

» 1. Le filament chromatique, existant dans le noyau mère au repos, ou provenant d'une modification du réseau, commence par se contracter, s'épaissir et écarter ses replis; il prend une disposition pelotonnée.

» 2. Il se coupe ensuite en segments dont le nombre varie suivant les plantes considérées et suivant les organes d'une même plante, mais paraît assez fixe pour un même organe. C'est la phase de segmentation.

» 3. Les segments isolés se comportent de façons différentes selon les

cas, avant de s'orienter autour du centre de la cellule, après la disparition de la membrane nucléaire. Tantôt ils prennent la forme de bâtonnets droits, affectant une disposition rayonnante; tantôt ils s'incurvent en leur milieu, et tournent leur angle vers le centre de la cellule et leurs extrémités vers la périphérie. C'est la phase de la plaque nucléaire de M. Strasburger, ou de l'étoile nucléaire de M. Flemming, au début de laquelle généralement apparaissent les fils achromatiques du fuseau nucléaire.

» 4. Il se fait bientôt, dans chaque bâtonnet ou segment, une division longitudinale (et non transversale, comme on l'a dit pour les végétaux), analogue à celle que plusieurs zoologistes ont vue chez les Batraciens, et qui double par conséquent le nombre des segments primitifs.

» 5. Chaque moitié des segments, devant concourir à la formation des deux noyaux-filles, tourne l'une de ses extrémités plus ou moins recourbée, ou l'angle formé par ses deux branches si la courbure se fait au milieu, dans la direction des pôles qui constituent deux nouveaux centres d'attraction autour desquels les segments dédoublés affectent une disposition rayonnante.

» 6. Après une contraction aux pôles, les segments se soudent les uns aux autres par leurs extrémités, pour reformer un filament dont les replis s'écarteront et reprendront la disposition pelotonnée du noyau-mère.

» Tel est, dans ses grands traits, le schéma le plus général résultant de mes recherches.

» A la suite de ses dernières observations sur les cellules végétales et sur celles de la Salamandre, M. Strasburger a fait connaître, surtout en ce qui concerne la plaque nucléaire, un mode de partition différent de celui que je viens d'indiquer, et de celui que Flemming et quelques autres zoologistes s'accordent à admettre chez les Batraciens; pour lui, en effet, il n'y aurait pas de division longitudinale des éléments de la plaque nucléaire.

» En constatant son existence dans des cellules végétales de nature variable et en m'appuyant sur l'ensemble des phénomènes observés, je me crois autorisé, tout en confirmant sur plusieurs points les recherches du savant botaniste, à énoncer les conclusions qui précèdent, et à établir par cela même un nouveau rapprochement entre les végétaux et les animaux, en montrant que chez les uns comme chez les autres les phénomènes de la vie cellulaire offrent de grandes analogies. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'organisation du faisceau foliaire des* Sphenophyllum. Note de M. B. RENAULT, présentée par M. P. Duchartre.

« Le genre fossile *Sphenophyllum* représente un type végétal complètement différent des plantes actuelles, à la fois par ses caractères extérieurs et par sa structure interne. On le rencontre depuis les couches inférieures du terrain houiller jusque dans les assises supérieures du terrain permien. Tour à tour, il a été rangé parmi les Conifères, les *Asterophyllites*, les *Calamites*, les Lycopodiacées hétérosporées, les Rhizocarpées, etc. Depuis 1870, à diverses reprises, des fragments silicifiés m'ont permis de signaler les principales particularités de l'organisation de ce type bizarre : je me propose, dans cette Note, de faire connaître succinctement la structure de leurs feuilles, structure que je n'avais pas encore pu suffisamment étudier.

» Comme l'on sait, les feuilles de *Sphenophyllum* sont libres, souvent dressées, cunéiformes, parcourues par des nervures plus ou moins nombreuses, souvent dichotomes. Chaque nervure ou portion de nervure se termine dans une dent du bord supérieur. Sur les empreintes, ces nervures sont très visibles à la surface de la feuille, ce qui indique tout d'abord pour leur structure une consistance coriace.

» Les feuilles sont disposées par verticilles qui n'*alternent pas d'un nœud à l'autre*. Chaque verticille contient ordinairement six frondes ; lorsque le nombre est différent, c'est un multiple ou un sous-multiple de six.

» La section transversale d'ensemble d'une feuille de *Sphenophyllum* montre :

» 1° Une couche d'épiderme supérieur, c'est-à-dire sur la surface correspondant au rameau, la feuille étant supposée dressée contre ce dernier ;

» 2° Une couche d'épiderme inférieur ;

» 3° Une masse de tissu fondamental ;

» 4° Quelques faisceaux libéro-ligneux dont le nombre correspond à celui des nervures, de telle sorte que, selon le niveau auquel la section est pratiquée, le nombre des faisceaux libéro-ligneux que présente la section d'une même feuille peut varier.

» Chaque faisceau libéro-ligneux comprend une petite bande de bois ordinairement aplatie, entourée de toutes parts d'une couche mince d'éléments libériens.

» Dans les lobes de feuilles profondément incisées, le bois forme, au contraire, une petite masse circulaire au centre du liber. Le bois de ce faisceau est composé de 5 à 12 trachées extrêmement grêles. Les éléments libériens sont directement en contact avec les trachées; ce sont des tubes grêles, à parois très minces. Il y a un ou deux rangs d'éléments libériens autour du bois; la couche libérienne semble plus épaisse à la face externe de la lame ligneuse qu'à sa face interne.

» Le faisceau ne comprend jamais que les éléments indiqués ci-dessus. Il n'y a *ni éléments ligneux centripètes, ni zone génératrice externe, ni bois ni liber secondaires.*

» Le faisceau est entouré par une couche de cellules plus grandes, à parois minces, qui le sépare de la masse du tissu fondamental; on ne peut dire si cette assise est une gaine, les cadres d'épaississement n'étant pas conservés.

» Le tissu fondamental est formé de grandes cellules arrondies, à parois minces, laissant entre elles de nombreux méats; dans le voisinage des faisceaux libéro-ligneux, une partie de ce tissu s'est différenciée en *hypoderme*. Chaque faisceau ligneux est, en effet, compris entre deux cordons de fibres hypodermiques : l'un supérieur, comprenant de 6 à 15 fibres, s'étend du faisceau libéro-ligneux à l'épiderme supérieur, l'autre inférieur est étalé en une sorte de large bande qui va de l'épiderme inférieur au faisceau libéro-ligneux qu'il protège. Dans les feuilles fortement incisées, ces deux cordons prennent un développement relativement plus considérable dans les lanières que dans la partie non divisée du limbe. Il n'y a *aucune* solution de continuité entre l'épiderme et les fibres hypodermiques; il n'y a aucune solution de continuité entre les éléments des faisceaux hypodermiques, ni entre ces derniers et les faisceaux libéro-ligneux.

» Ces deux cordons sont donc composés exclusivement de cellules allongées, à parois épaissies, ne laissant entre elles aucune solution de continuité; cette disposition ne permet pas de supposer qu'à aucun moment il y ait eu dans cette région une zone génératrice comparable à la zone cambiale du faisceau foliaire des Cycadées actuelles.

» Des coupes longitudinales convenablement dirigées montrent que les différentes couches de cellules hypodermiques des deux cordons se perdent à la base de la feuille là où elle s'articule sur le rameau.

» On ne peut donc assimiler ni l'un ni l'autre de ces cordons soit à du *bois centripète,* soit à du *bois centrifuge.*

» L'épiderme supérieur offre des cellules à section transversale un peu

arrondie, à parois épaissies, plus longues dans le sens des nervures de la feuille.

» L'épiderme inférieur est formé de cellules à parois verticales, allongées comme les précédentes, mais plus petites, *directement* aussi appliquées contre les bandes hypodermiques.

» Il résulte de cette description que les faisceaux des feuilles de *Sphenophyllum* que nous avons étudiés, sur des échantillons variés recueillis à Autun et à Saint-Étienne et préparés par nous, n'ont pas de bois centripète; ils n'ont pas davantage d'accroissement secondaire centrifuge; leur structure est celle de très petits faisceaux libéro-ligneux des feuilles des Cryptogames vasculaires : par conséquent on ne trouve pas dans ces faisceaux les caractères des faisceaux foliaires diploxylés des *Poroxylon* ou des Sigillaires; on ne peut donc baser sur cette similitude, qui n'existe pas, un rapprochement entre les *Sphenophyllum* et les Sigillariées. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur les farines. Des causes de l'altération des farines* (troisième et dernière Partie); par M. **Balland**. (Extrait par l'auteur.)

« *Conclusions générales.* — 1. Le blé contient un ferment qui paraît se trouver au voisinage de l'embryon. Ce ferment est insoluble et possède les propriétés des ferments organisés. Il résiste à une température sèche de 100°, mais l'eau bouillante le détruit. L'eau et la chaleur sont indispensables à son évolution; une température humide de 25° lui convient particulièrement. Il porte son action sur le gluten, qu'il fluidifie.

» Par une mouture bien dirigée, ce ferment reste en grande partie dans le son; la farine en contient d'autant moins qu'elle est mieux blutée. Un frottement exagéré des meules, une trop grande vitesse de rotation, ont pour effet de faire passer le ferment en plus grande quantité dans la farine : de là, les altérations que l'on remarque dans les farines dites *échauffées* par les meules. Ces écarts sont évités dans la mouture par cylindres.

» 2. L'acidité, dans les vieilles farines, n'est pas, comme on l'a admis, la cause de la disparition du gluten; elle en est la conséquence : elle ne précède pas l'altération, elle la suit.

» 3. Le gluten semble exister dans le blé, au même titre que l'amidon; je ne crois pas qu'il résulte de l'action de l'eau sur une substance *gluté-*

nogène particulière. Les expériences que l'on a invoquées à l'appui de cette hypothèse ([1]) peuvent s'expliquer différemment. J'ai montré que le gluten contient des quantités d'eau variables, et que certains corps, tels que le sel marin, s'opposent à sa désagrégation, tandis que d'autres, comme l'acide acétique affaibli, la rendent immédiate....

» 4. Dans les farines étuvées, le gluten subsiste avec ses propriétés. L'action du ferment est ralentie par suite du manque d'eau, mais il n'est pas détruit; il reprend son rôle dès que l'eau et la chaleur reparaissent.

» 5. Les conditions à remplir, pour obtenir une longue conservation, sont d'employer des blés bien sains, de préférence des blés durs; de ménager l'enveloppe du blé par une mouture bien ordonnée, de bluter les farines à un taux élevé et de les conserver dans des récipients où elles soient à l'abri de la chaleur et de l'humidité. L'administration de la Guerre vient de réaliser une partie de ces conditions, en adoptant, pour la conservation des farines dans nos places fortes, l'usage des caisses métalliques étanches. Il y aurait avantage à n'y mettre que des farines dures, obtenues par premier jet.

» On a vu, au début de ce travail, que la farine panifiable de nos manutentions militaires contient toute la farine fleur, à laquelle on ajoute 12 à 18 pour 100 de gruaux remoulus, pour parfaire les taux prescrits. L'addition de ces gruaux est une source d'altérations, mais on ne peut songer à les supprimer dans le service courant : il y aurait à la fois perte pour le Trésor et perte pour le soldat, car ces gruaux sont extrêmement riches en principes nutritifs ([2]). Toutefois, on pourrait retarder ces altérations en ne mélangeant les gruaux à la farine qu'au moment du besoin, au lieu de les mêler, comme on le fait, à la sortie du moulin. Il y aurait même un intérêt réel à ne conserver que la farine de premier jet, et à la mélanger, au moment de la panification, avec des gruaux récemment moulus; car on sait, par les travaux de Parmentier sur le son, qu'une telle addition aurait pour effet de rajeunir la farine ancienne. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

([1]) PELIGOT, *Chimie appliquée à l'Agriculture*, p. 376. Paris, Masson; 1883.

([2]) C'est surtout à ces gruaux que l'on doit les qualités nutritives exceptionnelles du pain de munition. On connaît l'expérience de Magendie (*Précis élémentaire de Physiologie*, t. II, p. 504) : « Un chien mangeant à discrétion du pain blanc de froment pur, et buvant à volonté de l'eau commune, ne vit pas au delà de cinquante jours. Un chien mangeant exclusivement du pain de munition vit très bien et sa santé ne s'altère en aucune façon. »

COMITÉ SECRET.

L'Académie décide que, sur le legs *Petit d'Ormoy*, il sera décerné, tous les deux ans : 1° un prix de dix mille francs pour les Sciences mathématiques pures et appliquées; 2° un prix de dix mille francs pour les Sciences naturelles.

Ces deux prix seront décernés pour la première fois dans la séance publique de l'année 1883.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 SEPTEMBRE 1883.

Muséum d'Histoire naturelle. Rapports annuels de MM. les professeurs et chefs de service. 1882. Paris, 1883; br. in-8°.

Le Monde physique; par AMÉDÉE GUILLEMIN; t. IV. Paris, Hachette et Cie, 1883; 1 vol. gr. in-8° illustré.

Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris; t. XVIII, 2e série, année 1881. Paris, Asselin et Cie, 1883; in-8°.

Bulletin de la Société zoologique de France pour l'année 1883. 3e Partie. Paris, 1883; br. in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1882, 4e série, t. XV. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1883; in-8°.

Annales médico-psychologiques; 6e série, t. IX. Paris, G. Masson, 1883; br. in-8°.

Nivellement de précision de la Suisse exécuté par la Commission géodésique fédérale, sous la direction de A. HIRSCH *et* E. PLANTAMOUR; 8e liv. Genève, H. Georg, 1883; br. in-4°.

Bollettino dell' Osservatorio della Regia Università di Torino, anno 1882; br. in-4°.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, pubblicati dagli Accademici Segretari delle due classi. Torino, Ermanno Loescher.

Zeitschrift des Elektrotechnischen Vereines in Wien, redigirt von JOSEPH KAREIS. Wien, 1883. Druck und Verlag von R. Spies et C°; br. in-8°.

Jahrbuch des Königl. Sächs. Meteorologischen Institutes, 1883. Leipzig, Druck und Commissionsverlag von B.-G. Teubner, 1883; br. in-4°.

Smithsonian Miscellaneous collections, vol. XXII à XXVII. Washington, published by the Smithsonian institution, 1883; 6 vol. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 SEPTEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce la perte douloureuse que l'Académie vient de faire en la personne de M. *Puiseux*, Membre de la Section de Géométrie, et il ajoute :

« M. Puiseux est décédé le 9 septembre, dans une petite localité du département du Jura, à Frontenay, près Passenans. L'inhumation doit avoir lieu à Paris au mois d'octobre, mais notre Confrère a exprimé le désir que le silence fût gardé sur sa tombe.

» Éloigné de l'Académie déjà depuis longtemps par une maladie qui laissait peu d'espoir, M. Puiseux, atteint par la souffrance, voulait encore se rendre utile à la Science. On se souvient qu'il y à moins d'un an il demandait avec insistance dans sa retraite la communication des observations du passage de Vénus, afin de les soumettre au calcul. Notre éminent Confrère reparut un instant parmi nous, il y a quelques mois. C'était le jour d'une élection; presque défaillant, il venait accomplir un devoir. »

M. **Bertrand** prend alors la parole et s'exprime comme il suit :

« Il serait facile, en rappelant combien Victor Puiseux inspirait d'amitié

et de respect à ceux qui l'ont approché, de dire quel vide douloureux il laisse dans l'Académie et quelle trace profonde dans la Science.

» Mais sa modestie égalait son mérite; il a désiré qu'aucun discours ne fût prononcé à l'occasion de sa mort : nous devons lui obéir. On me permettra seulement de rappeler que, seul parmi nous, seul peut-être entre tous les Académiciens de ce siècle, Puiseux a été élu à l'unanimité, sans une seule voix dissidente ni une seule abstention, et de rappeler ce que je disais le jour de son élection à quelques amis : « L'élection de Puiseux » était due à son mérite, l'unanimité à son caractère. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les incendies allumés par la foudre.* Note de M. D. COLLADON.

« J'ai publié, en 1872 (1), une Notice assez étendue sur les effets de la foudre sur les arbres et les plantes ligneuses, et sur l'emploi des arbres comme paratonnerres. M. Edmond Becquerel a eu l'obligeance de faire un Rapport verbal à l'Académie, à l'occasion de cette Notice où j'ai signalé plusieurs faits nouveaux. Dans ce Mémoire, je rappelais que l'année 1868 avait été exceptionnellement fertile en orages.

» Il en est de même de l'année actuelle : dans une partie de l'Europe, en Suisse très spécialement, le nombre des coups de foudre qui ont occasionné des morts d'hommes, des incendies ou de notables dégâts, dépasse de beaucoup la moyenne des douze dernières années (2).

---

(1) *Mémoire sur les effets de la foudre sur les arbres et les plantes ligneuses, emploi des arbres comme paratonnerres* (*Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, 1872, t. XXI, 2e Partie).

(2) J'ai signalé, dans ce Mémoire de 1872, les traces fort intéressantes et généralement spéciales qui résultent de la chute de la foudre sur les différentes espèces d'arbres, et en particulier sur les vignes, lorsque les ceps sont rapprochés entre eux ($0^m,70$ à 1^m), et tous taillés à la même hauteur au-dessus du sol, culture qui est usitée dans le plus grand nombre de départements viticoles de France, dans toute la Suisse, etc. J'ai démontré, par une multitude d'observations bien constatées, que la foudre frappe presque toujours les arbres et les vignes, non comme un simple trait foudroyant, mais comme une vaste nappe cylindrique ou conique, qui enveloppe en réalité la presque totalité du sommet de l'arbre, quelquefois même d'un groupe d'arbres très voisins, et qui, sur les vignobles, atteint une surface circulaire bien définie de 10^m, 15^m ou 20^m de diamètre, contenant quelques centaines de ceps. J'ai eu connaissance de six coups de foudre ayant frappé des vignobles pendant l'année courante, dans le seul canton de Genève : c'est plus de la moitié des cas analogues que j'ai pu connaître depuis onze années. Cette proportion est à peu près la même pour d'autres essences et confirme ce que j'ai énoncé sur la multitude des orages en 1883.

» Ce doit être, pour les physiciens et les météorologistes, un devoir d'humanité de signaler, toutes les fois que la chose est possible, les causes locales qui leur paraissent avoir occasionné un incendie allumé par un coup de foudre, et d'insister sur les précautions élémentaires qui auraient pu prévenir ce désastre.

» Au mois de juillet dernier, une maison située à Beaulieu, canton de Neuchâtel, dont le galetas contenait un dépôt de vieux fer, ayant été incendiée par la foudre, un journal local annonça que M. le D[r] Hirsch avait été d'avis que ce dépôt de vieux fer placé dans le galetas avait pu attirer la foudre et devenir la cause du désastre. J'ai été consulté à cette occasion par une Association qui s'occupe activement, dans la Suisse romande, de recueillir et publier, dans un journal mensuel, la *Défense*, des documents sur les causes des incendies et sur les moyens qui peuvent servir à les prévenir ou à les combattre.

» Voici la substance de ma réponse, datée du 27 juillet 1883 :

« Je pense, d'après une multitude de faits connus, que ce dépôt de vieux fer placé dans le galetas n'a eu qu'une influence nulle, ou bien minime, pour attirer la foudre sur ce bâtiment, tout en admettant comme possible qu'il ait été une cause secondaire de l'incendie.

» Les corps métalliques, sur les toits, dans les murs ou dans les appartements, n'ont évidemment qu'une très faible influence pour attirer les coups de foudre depuis les nuages; nous ne voyons pas que les maisons de ville ou de campagne qui, depuis un demi-siècle, ont été pourvues de toitures presque entièrement métalliques, avec ou sans paratonnerres, soient plus souvent frappées que celles qui ont des charpentes en bois et sont couvertes en tuiles. Un simple dépôt de vieux fer, dans un grenier, doit avoir bien moins d'influence pour attirer la foudre d'un nuage orageux qu'une toiture revêtue de zinc, ou qu'une charpente en fer soutenant un revêtement en tuiles ou en ardoises.

» Mais, lorsqu'une maison qui n'a pas de bon conducteur métallique allant du toit jusqu'au sol humide est frappée par la foudre, le courant électrique peut se répandre à l'intérieur; les corps métalliques qu'elle contient ont alors une influence notable sur son parcours et peuvent être la cause d'un incendie.

» Placez un corps très combustible, de l'amadou, des corps imprégnés d'esprit-de-vin, etc., entre deux barres métalliques peu distantes, l'une étant plus ou moins isolée et l'autre communiquant avec le sol, et faites passer une forte décharge électrique de la première à la seconde, il se produira entre elles une vive étincelle, qui allumera le corps combustible. De même, le courant de la foudre, en circulant à l'intérieur d'un bâtiment avant de se répandre dans le sol, saute d'un corps conducteur sur un autre, et, dans ce trajet, il tend à incendier les corps combustibles intermédiaires. Il est possible, et il me paraît très probable, que l'incendie allumé par la foudre dans un galetas à Beaulieu aura eu cette origine.

» La maison a été foudroyée sans que le dépôt de vieux fer en ait été la cause : cette maison n'ayant pas de conducteur métallique extérieur pour conduire la foudre dans le sol, celle-ci a pénétré à l'intérieur, se dirigeant de préférence vers les corps métalliques, et en passant, sous forme de puissantes étincelles, de l'un à l'autre, elle a pu enflammer les objets combustibles intermédiaires.

» Peut-être mon savant collègue, M. le Dr Hirsch, est-il du même avis, et son explication peut avoir été mal comprise et mal interprétée par ceux qui l'ont communiquée au journal.

» Je profite de cette occasion pour rappeler l'importance d'établir, pour toute maison isolée et que l'on suppose pouvoir être foudroyée, une communication métallique valable entre le faîte et le sol humide, en donnant à ce conducteur une forte section.

» Agréez, etc. »

» Le 15 août suivant, à une heure après minuit, dans un domaine situé à Bourdigny, canton de Genève, il y a eu, dans un court intervalle, trois chutes de foudre, la première sur une ferme, la seconde sur un peuplier, distant de 80^{m}, et la troisième sur une vigne plus éloignée. La ferme a été incendiée en peu d'instants, dans toute sa longueur, et entièrement consumée avec les récoltes qu'elle contenait.

» Le propriétaire, M. l'architecte Sautter, a eu l'obligeance de me remettre un dessin exact de la section transversale de cette ferme avant l'incendie. Je joins une copie réduite de ce dessin, dont l'inspection seule montre quelle a dû être la cause de cet incendie et combien il eût été facile, avec une bien faible dépense, de prévenir le désastre.

» La partie supérieure du toit était recouverte, dans toute sa longueur, d'une faîtière en fer-blanc. Le toit était supporté par une charpente toute en bois, sauf les seuls poinçons formés de tiges verticales en fer forgé, liant les entraits avec la charpente du faîte. Au-dessous des entraits, et jusque près d'eux, le premier étage était entièrement rempli par plusieurs centaines de quintaux de foin.

» Au côté nord de ce grenier, on avait installé un grand réservoir à eau, qu'une machine hydraulique alimentait jour et nuit par un filet d'eau. Ce réservoir communiquait avec le sous-sol par ses trois conduites métalliques.

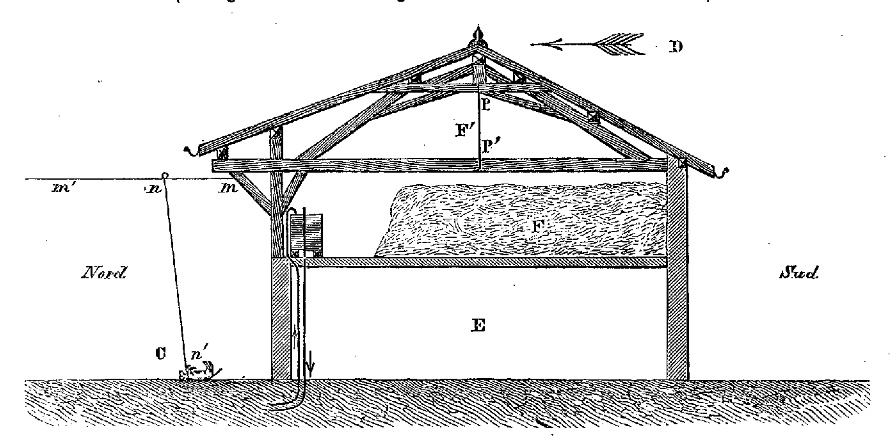
» A l'extrémité nord d'un des entraits, était fixé un gros fil de fer horizontal, sur lequel pouvait courir une poulie métallique à laquelle était suspendu un second fil de fer, arrivant jusqu'au sol et servant à attacher un chien de garde. Les personnes arrivées aux premières lueurs de l'incendie ont trouvé le chien foudroyé au pied de la façade nord.

» Il est facile d'analyser le chemin qu'a dû suivre la foudre, la cause de l'incendie et de sa rapide extension.

» La foudre, après avoir frappé la faîtière métallique, a dû descendre par les tiges en fer P, P', employées comme poinçons; là, l'électricité, ne trouvant aucun corps bon conducteur, a dû franchir, sous forme de lame de feu, les quelques mètres qui la séparaient du réservoir à eau, en bonne

Dépendance Sautter, à Bourdigny (Genève), foudroyée le 15 août 1883.

(Longueur, 25^{m}; largeur, 11^{m}; échelle, $0^{m},005$.)



Légende. — E, écurie, remises, hangars. Sur le côté nord, réservoir d'eau avec trois tuyaux. — F, foin. — F', fer. — C, chien tué par la foudre.

communication par des tubes de métal avec le sous-sol, et, dans ce trajet, elle a dû suivre et enflammer la surface supérieure et latérale du foin accumulé qui lui barrait le passage, tandis qu'une plus petite quantité suivait l'entrait, atteignait le fil de fer horizontal *mm* et descendait par le fil *nn'*, qui communiquait électriquement avec le sol par le corps du chien foudroyé.

» Une simple tige d'un centimètre de section si elle avait été en fer, ou d'un demi-centimètre carré si elle avait été en laiton, fixée contre l'entrait et réunissant le réservoir au poinçon le plus voisin, aurait pu suffire pour prévenir la destruction complète de cette ferme avec tout son mobilier et ses récoltes.

» On multiplie aujourd'hui le nombre des pièces métalliques dans les constructions; beaucoup de fermes et de maisons d'habitation sont pourvues de réservoirs à eau dans l'intérieur des bâtiments; le fer-blanc et le zinc remplacent assez généralement les tuiles et servent à couvrir les toits.

Ces améliorations devraient être généralement complétées, en vue d'un foudroiement possible, par des liaisons métalliques continues, allant du faîte jusqu'à la terre, et offrant un écoulement facile à la foudre pour se répandre dans le sol sans dégrader ou incendier les maisons foudroyées. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDROLOGIE. — *Sur la possibilité d'augmenter les eaux d'irrigation du Rhône, à l'aide de la régularisation du lac de Genève.* Note de M. **Ar. Dumont.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Dans la séance du 19 mars dernier, j'ai déjà appelé l'attention de l'Académie sur l'importante question d'augmenter le volume d'irrigation qu'on pourra puiser dans le Rhône, à l'aide de réserves à établir dans les lacs de Genève, du Bourget et d'Annecy. En ce qui concerne le lac de Genève, je suis heureux d'annoncer à l'Académie que cette question vient de faire un pas très important et décisif.

» Dans ces temps derniers, les administrateurs de la ville de Genève, frappés des immenses avantages qu'il y aurait pour la ville à utiliser les forces motrices du Rhône à sa sortie du lac et à régulariser le niveau de ce dernier, de manière à abaisser ses hautes eaux et éviter par là les réclamations séculaires du canton de Vaud, ont chargé trois habiles ingénieurs, MM. Legler, Turrettini et Achard, d'étudier un projet dont le double but serait :

» 1° Création d'une force hydraulique de 7000 chevaux-vapeur, ce qui permettrait de créer à la porte de Genève une nouvelle ville industrielle;

» 2° Régularisation du niveau du lac, de manière à abaisser son niveau des hautes eaux de $0^{m},60$ au moins et d'*augmenter le débit minimum du Rhône à la sortie du lac de* 80^{mc} *par seconde.*

» On voit de suite l'immense intérêt que présenterait la réalisation de ce projet, non seulement pour la ville de Genève, mais encore pour le midi de la France, qui attend depuis tant d'années les eaux d'irrigation qui seules peuvent compenser, pour son agriculture si éprouvée, les désastres successifs dont elle a été frappée depuis quinze ans.

» Si, en effet, le débit des basses eaux du Rhône peut être augmenté de 80^{mc} par seconde, les objections qui ont été faites à l'exécution de mon

projet (qui ne prélèverait que 60me par seconde) au point de vue de la navigation tombent complètement; rien ne s'oppose plus à ce qu'on passe enfin à une exécution si malheureusement retardée jusqu'ici. En effet, cette exécution aurait fait gagner déjà, depuis quelques années, à l'agriculture du bassin du Rhône, plusieurs *centaines de millions;* on peut donc donner suite à la loi de décembre 1879, qui a déclaré l'utilité publique de mon projet, et aux souscriptions des intéressés, qui représentent un capital *de plus de la moitié* de la *dépense à faire*.

» Le projet de la régularisation du lac de Genève, dont étaient chargés les trois habiles ingénieurs désignés ci-dessus, présentait de grandes difficultés techniques, soulevait des problèmes d'Hydraulique tout nouveaux; il a fait d'abord l'objet d'un savant Mémoire écrit en allemand par M. Legler, qui, dans ces questions, a acquis une grande compétence et une véritable autorité par ses beaux travaux pour la correction de la Linth. Ce Mémoire a été traduit et loyalement contrôlé par M. Achard, ingénieur de la ville de Genève.

» La dépense n'est pas considérable, car elle s'élèverait au maximum à 4500000^{fr}.

» Cette force de 7000 chevaux, créée à la porte de Genève, pourrait être transmise à distance jusqu'aux établissements industriels qui l'emploieront, soit à l'aide de câbles, soit à l'aide de l'électricité. On songe même sérieusement à en transformer une partie en lumière électrique.

» On comprend que je ne puisse pas entrer dans plus de détails, mais les savants Mémoires publiés par la ville de Genève peuvent être consultés avec un vif intérêt par tous les hydrauliciens. Je me contente aujourd'hui de signaler ce projet à l'attention de l'Académie.

» La France est puissamment intéressée à son exécution : il est urgent que, en y coopérant au besoin par une subvention, elle obtienne toutes les garanties nécessaires pour l'augmentation des basses eaux du Rhône, dans l'intérêt de son augmentation et d'une rapide exécution. »

M. C. **Maher** adresse, par l'entremise de M. Larrey, deux nouveaux Mémoires relatifs à la Statistique médicale de Rochefort, pour les années 1881 et 1882.

(Renvoi à la Commission du Concours de Statistique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** transmet à l'Académie deux exemplaires du « Rapport sur les travaux des Conseils et Commissions d'hygiène et de salubrité publiques du département d'Alger en 1882 », qui lui est adressé par M. le préfet d'Alger.

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la comète Pons-Brooks (comète de* 1812). Note de MM. **Schulhof** et **Bossert**, présentée par M. Mouchez.)

« La comète de 1812, dont le retour était attendu et dont le passage au périhélie, d'après nos éléments les plus probables (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 676), devait avoir lieu en septembre 1884, est dès maintenant retrouvée. M. Brooks, à Phelps (États-Unis), a rencontré le 2 septembre une comète extrêmement faible, sans se douter qu'elle pouvait être la comète de 1812. En effet, les éphémérides que nous avons préparées en vue de la recherche de cet astre ne commencent que pour l'anomalie vraie de $-97°30'$, où l'astre se trouve trois mois avant son passage au périhélie, tandis qu'au moment de la découverte par M. Brooks la comète n'avait pas encore atteint l'anomalie vraie $-113°$.

» Dès que nous avons remarqué que cette comète était celle de 1812, nous avons entrepris de fixer approximativement, à l'aide d'observations faites le 8 septembre, l'instant du passage au périhélie et les autres éléments, en changeant, d'après les formules données dans notre Mémoire, l'excentricité de $-0,0002700$.

» Nous n'avions pu calculer assez exactement les perturbations entre 1812 et 1883 pour joindre directement et rigoureusement les observations faites dans les deux apparitions; d'autre part, les observations de 1883, à notre disposition, ne s'étendent que du 3 au 11 septembre. Nous ne pouvons, par conséquent, corriger empiriquement, dès maintenant, tous les éléments; nous nous sommes donc contentés de changer arbitrairement de $2'$ la longitude du périhélie en conservant les autres éléments, tels que la théorie basée sur les observations seules de 1812 les fournit.

» Les éléments que nous donnons ci-après ne peuvent pas prétendre à une très grande exactitude, et l'éphéméride déduite à leur aide montrera probablement des écarts sensibles avec les observations. Cette considéra-

tion nous a conduits à ne pas étendre l'éphéméride à toute la durée de l'apparition actuelle.

» Nous fournissons, dans un petit tableau, la comparaison avec cette éphéméride des observations publiées. L'inspection de ce Tableau fait présumer que la comète se trouve un peu plus éloignée de nous que d'après nos éléments; par conséquent, son passage au périhélie aura lieu plus tard qu'à la date indiquée.

Époque 1883, *septembre* 30,0.

T = 1884 janvier 25,82434, temps moyen de Berlin.

$$\left.\begin{array}{l}\pi = 93^\circ 20' 47'',8 \\ \Omega = 254^\circ\ 6' 15'',3 \\ i = 74^\circ\ 3' 20'',4\end{array}\right\} 1880,0$$

$e = 0,9549960$

$\log q = 9,8893650$

Durée de la révolution $= 71^{\text{ans}},48$.

» D'après ces éléments, le passage au périhélie a lieu sept mois plus tôt que d'après nos éléments les plus probables, mais il faut considérer que nous avions trouvé qu'une incertitude de ± 5 années subsiste dans la durée de révolution.

Comparaison avec les observations (*Observation — Calcul*).

Date 1883.		Lieu de l'observation.	$\cos\alpha\, d\alpha$.	$d\mathbb{D}$.
			s	s
Septembre	3	Cambridge.	— 1,21	+ 4,8
»	4	Cambridge.	— 1,39	+ 5,3
»	5	Milan.	+ 0,35	— 15,7
»	5	Kiel.	+ 0,82	— 13,1
»	5	Paris.	— 0,03	— 6,6
»	5	Vienne.	+ 0,45	+ 0,7
»	5	Leyde.	+ 0,40	— 7,5
»	7	Vienne.	— 0,30	— 2,7
»	7	Kiel.	+ 0,28	— 0,7
»	7	Arcetri.	— 0,03	— 1,7
»	7	Hambourg.	— 0,62	+ 8,2
»	8	Paris.	+ 0,25	+ 2,1
»	8	Arcetri.	+ 0,18	+ 15,0
»	8	Leyde.	+ 0,26	+ 4,6
»	9	Kiel.	+ 0,17	— 0,7
»	9	Paris.	+ 0,20	+ 2,7
»	10	Vienne.	+ 0,26	— 4,4
»	10	Kiel.	+ 0,13	— 4,1
»	11	Kiel.	+ 0,73	+ 0,3

Éphéméride calculée pour 12^h temps moyen de Berlin.

Date 1883.	Æ app.	Décl. app.	log Δ.	Temps d'aberration.	Intensité.
	h m s	° ′ ″		m s	
Sept. 3.......	16.35.32,01	+64.51.55,4	0,37088	19.29	1,01
» 4.......	34.25,63	+64.39.42,0		19.24	
» 5.......	33.23,37	+64.27.20,9	0,36697	19.19	
» 6.......	32.25,15	+64.14.52,7		19.14	
» 7.......	31.30,92	+64. 2.18,1	0,36309	19. 8	1,09
» 8.......	30.40,62	+63.49.37,6		19. 3	
» 9.......	29.54,20	+63.36.51,9	0,35914	18.58	
» 10.......	29.11,59	+63.24. 1,4		18.53	
» 11.......	28.32,74	+63.11. 6,6	0,35510	18.47	1,18
» 12.......	16.27.57,62	+62.58. 7,8		18.42	
» 13.......	16.27.26,13	+62.45. 5,6	0,35098	18.37	
» 14.......	16.26.58,23	+62.32. 0,4		18.32	
» 15.......	16.26.33,88	+62.18.52,5	0,34677	18.26	1,29
» 16.......	16.26.13,02	+62. 5.42,4		18.21	
» 17.......	16.25.55,61	+61.52.30,4	0,34246	18.15	
» 18.......	16.25.41,60	+61.39.16,9		18.10	
» 19.......	16.25.30,95	+61.26. 2,2	0,33804	18. 4	1,40
» 20.......	16.25.23,61	+61.12.46,6		17.59	
» 21.......	16.25.19,55	+60.59.30,5	0,33352	17.53	
» 22.......	16.25.18,73	+60.46.14,2		17.47	
» 23.......	16.25.21,12	+60.32.57,9	0,32889	17.42	1,53
» 24.......	16.25.26,68	+60.19.42,1		17.36	
» 25.......	16.25.35,38	+60. 6.27,1	0,32414	17.30	
» 26.......	16.25.47,19	+59.53.13,2		17.24	
» 27.......	16.26. 2,08	+59.40. 0,7	0,31927	17.18	1,68
» 28.......	16.26.20,01	+59.26.49,9		17.12	
» 29.......	16.26.40,94	+59.13.41,0	0,31427	17. 6	
» 30.......	16.27. 4,85	+59. 0.34,3		17. 0	
Oct. 1.......	16.27.31,72	+58.47.30,2	0,30913	16.54	1,85
» 2.......	16.28. 1,52	+58.34.28,8		16.48	
» 3.......	16.28.34,21	+58.21.30,3	0,30385	16.42	
» 4.......	16.29. 9,77	+58. 8.35,0		16.36	
» 5.......	16.29.48,20	+57.55.43,1	0,29842	16.30	2,04
» 6.......	16.30.29,47	+57.42.54,7		16.24	
» 7.......	16.31.13,54	+57.30.10,1	0,29284	16.17	
» 8.......	16.32. 0,41	+57.17.29,3		16.10	
» 9.......	16.32.50,08	+57. 4.52,5	0,28709	16. 4	2,26
» 10.......	16.33.42,53	+56.52.19,7		15.59	
» 11.......	16.34.37,73	+56.39.51,2	0,28118	15.53	
» 12.......	16.35.35,67	+56.27.27,0		15.46	
» 13.......	16.36.36,43	+56.15. 7,1	0,27509	15.38	2,52

» L'éclat de la comète à l'époque de la découverte est pris pour unité. »

ASTRONOMIE. — *Recherche de l'étoile rouge observée pendant l'éclipse totale de Soleil le* 6 *mai* 1883. Note de M. **E.-L. Trouvelot.**

« Les 5 et 7 septembre, j'ai revu avec soin la région du ciel où s'est produite l'éclipse totale de Soleil, le 6 mai dernier, afin de constater si l'étoile rouge que j'ai observée alors était toujours visible. Comme je n'avais pas à ma disposition la lunette de 3 pouces ($0^m,08$) qui m'avait servi à l'île Caroline, pour me placer dans des conditions identiques, M. Janssen voulut bien mettre à ma disposition une lunette de même ouverture, à laquelle j'adaptai l'oculaire à grand champ qui m'avait servi durant l'éclipse.

» Je dirigeai la lunette à l'endroit même où le Soleil était éclipsé le 6 mai et, comme durant l'éclipse, je l'éloignai vers le nord de 10° en déclinaison, puis je balayai le ciel de l'est vers l'ouest. Au premier balayage, je ne tardai pas à retrouver « l'étoile blanche et pâle » que j'avais rencontrée durant l'éclipse. Cette étoile, qui est la 41e du Bélier, est de la 3e,8 grandeur. La seconde petite étoile blanche que j'avais reconnue est sans doute l'étoile double ε de la même constellation. Quant à l'étoile « brillante, » d'un rouge prononcé », que j'avais observée, je ne l'ai pas retrouvée, et il est certain qu'aujourd'hui aucune étoile de cette grandeur et de cette couleur ne se trouve dans le voisinage de la position approximative que je lui avais assignée, ni même à une distance beaucoup plus grande que celle qu'il est permis d'attribuer à une erreur probable.

» Bien que l'absence d'une étoile rouge aussi brillante que celle que j'ai observée durant l'éclipse semble tout naturellement conduire à supposer que l'astre en question n'était autre qu'une planète intra-mercurielle, cependant, comme les éléments les plus nécessaires, tels que la position et un disque ou une phase sensible, manquent à mon observation, je crois qu'il est de mon devoir de me tenir sur la réserve et de suspendre quant à présent mes conclusions sur la nature probable de cet astre. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'étoile double* Σ.2400 *du Catalogue de Dorpat.* Note de M. **Perrotin**, présentée par M. Faye.

« Parmi les étoiles doubles dont la mesure se poursuit, depuis quelque temps, à l'observatoire de M. Bischoffsheim, près de Nice, l'étoile portant le n° 2400, dans le Catalogue de W. Struve, mérite une mention particulière. Ce système, dont les composantes sont de 8e et de 11e grandeur, et

qui a été, d'ailleurs, fort peu observé par les astronomes, à cause de la faiblesse du satellite, présente certaines anomalies, sur lesquelles M. O. Struve s'étend longuement, dans son bel Ouvrage sur les étoiles doubles, en discutant les observations que W. Struve et le savant directeur de l'observatoire de Poulkova lui-même en ont faites.

» Nous l'avons examiné, de notre côté, tout récemment et à plusieurs reprises : de cet examen, il résulte que le système, considéré jusqu'ici comme double, est triple en réalité.

» La moyenne de quatre jours de mesures a donné, pour l'angle de position et la distance de la petite étoile la plus éloignée, par rapport à la belle étoile, 198°,9 et 2″,39.

» Chaque fois nous avons vu, entre les deux étoiles mesurées, placé exactement sur la ligne droite qui les joint, un deuxième satellite, de grandeur 11,3 en moyenne, ayant pour coordonnées 198°,9 et 1″,44.

» Ce fait, rapproché de cet autre que, dans le cours de deux années consécutives, par des états de l'atmosphère favorables, M. O. Struve n'a vu aucun satellite dans le voisinage de la belle étoile, montre, à moins d'admettre des vitesses relatives considérables que rien ne justifie, que les deux satellites sont variables, et que, par suite, il ne serait pas impossible que les mesures des distances ou ces distances estimées eussent porté tantôt sur l'un, tantôt sur l'autre de ces faibles corps.

» Dans ces conditions, il n'est peut-être pas hors de propos de provoquer, par cette courte Notice, de nouvelles mesures destinées à faire le jour sur les particularités de ce système, quelque peu délaissé jusqu'à présent. »

ÉLECTRICITÉ. — *Loi électrique de conservation de l'énergie sous toutes formes, à l'entrée et à la sortie des systèmes matériels quelconques franchis électriquement.* Note de M. G. Cabanellas.

« Lorsqu'un système matériel, quelque complexe qu'il puisse être, est le siège d'un nombre quelconque de forces électromotrices développées, sur leurs substrata respectifs, par des actions d'origines physiques quelconques, mécaniques, chimiques, thermo-électriques ou autres, il nous importe peu de tenir compte de la complexité des liaisons conductrices du système, si notre seule préoccupation a trait à la somme d'énergie qui traverse le système matériel. Nous savons, en effet, *a priori*, que la quantité totale d'énergie, introduite dans le système et transmise par lui, est, pen-

dant chaque temps unité, égale à la somme arithmétique de tous les produits de chaque force électromotrice de même sens que le courant qui circule, de fait, dans son substratum, multipliée par la grandeur de ce courant effectif. Nous savons que cette somme arithmétique est précisément indépendante de toutes les imperfections et de toutes les fuites d'énergie afférentes à chacun des appareils réels, mécaniques, chimiques, thermo-électriques, etc., qui contribuent à verser dans le système, sous forme électrique, le total d'énergie dont il s'agit.

» Mais, d'autre part, quelque complexe que soit le système matériel, il nous est possible de sommer la quantité d'énergie qui, sous diverses formes, abandonne le système pendant chaque même temps unité. On peut, dans la généralité des cas et sans vouloir dépasser le degré actuel d'approximation des équivalents, admettre que cette seconde somme comprend: 1° la somme arithmétique de tous les produits de chaque force électromotrice de sens opposé au courant qui circule, dans son substratum, multipliée par la grandeur de ce courant effectif, quel que soit d'ailleurs le mode générateur relatif à chacune de ces forces électromotrices, mécanique, chimique, thermo-électrique, etc.; 2° la somme arithmétique de tous les produits du carré de chaque grandeur du courant effectif, multiplié par la grandeur de la résistance à travers laquelle circule chacun des courants effectifs. Il est bien entendu qu'il s'agit ici à la fois des substrata et courants des forces électromotrices des deux sens distinctifs que nous avons considérés ci-dessus, et qu'il s'agit aussi des courants et des résistances de toutes les liaisons quelconques du système qui ne seraient le siège d'aucune force électromotrice.

» Or, le principe de la conservation de l'énergie exige l'égalité de ces deux totaux, à l'entrée et à la sortie, car il s'agit du système à circulations essentiellement dynamiques arrivé à l'état rigoureux d'équilibre (état permanent).

» Donc, si nous convenons de regarder comme positives les forces électromotrices qui tendraient, agissant seules, à produire dans leur substratum un courant de même sens que le courant qui circule de fait dans ce substratum, et si nous considérons alors comme négatives les forces électromotrices qui tendraient, agissant seules, à produire dans leur substratum un courant de sens contraire au sens du courant qui circule dans ce substratum, toutes les résistances et toutes les intensités du système étant affectées du signe $+$, nous pouvons exprimer la loi de relation des éléments électriques du système par le symbole $\Sigma EI - \Sigma RI^2 = 0$. On remar-

quera, sans qu'il soit besoin d'insister, que cette loi est absolument distincte et différente de la loi de Kirchhoff, $\Sigma E - \Sigma RI = 0$, et qu'on ne passerait nullement de l'une à l'autre en multipliant par I ou par $\frac{1}{I}$. Les nombres des éléments et les conventions de signes sont différents : la loi de Kirchhoff dérive de la seule loi de Ohm [1], notre loi dérive des formules de Ohm et de Joule. Il y a lieu de remarquer que, bien que la loi $\Sigma EI - \Sigma RI^2 = 0$ n'ait pas encore été établie dans sa généralité (systèmes les plus complexes), elle n'en est pas moins appliquée depuis longtemps, dans le cas particulier où le système matériel ne comprend qu'un simple circuit de résistances actives ou inertes à la suite les unes des autres : c'est le cas du transport électrique de l'énergie par un ensemble générateur et récepteur, avec liaison directe par résistance intermédiaire. En dehors de l'intérêt théorique, l'utilité technique est facile à apprécier : on conçoit, par exemple, que l'emploi de la loi est tout indiqué dans les cas où, parmi les quantités directement connues, se trouvent précisément les quantités de travail manifestées à l'entrée et à la sortie des systèmes matériels.

» *Scolie.* — Il est très important de faire remarquer que les principes qui servent de base à l'établissement de la loi de $\Sigma EI - \Sigma RI^2 = 0$, loi relative à la totalité des éléments du système complet, permettent, en outre,

---

(1) Il n'est pas inutile de rappeler que, au fond, cette seconde loi de Kirchhoff, si utile pourtant, n'est pas autre chose que l'ensemble d'une vérité arithmétique d'une évidence extrême et d'une application immédiate de la loi de Ohm à chacune des résistances du circuit considéré. La remarque très évidente d'Arithmétique est que, si l'on considère un nombre quelconque de grandeurs quelconques, et que l'on parte de l'une d'elles en passant par toutes les autres pour revenir à la grandeur qui a servi de point de départ, la somme algébrique des accroissements et des diminutions successifs est égale à zéro. L'application immédiate de la loi de Ohm est que, si l'on considère un substratum quelconque du circuit, la résistance de ce substratum étant R, sa force électromotrice étant E, l'intensité de la circulation effective étant I et la différence des potentiels effectifs aux deux extrémités étant ε, on a

$$\frac{\varepsilon + E}{R} = I \quad \text{ou} \quad \varepsilon = RI - E,$$

d'où l'on déduit

$$\Sigma RI - \Sigma E = 0,$$

puisque $\Sigma\varepsilon = 0$. Le nombre des éléments intervenant dans la formule de Kirchhoff est celui du circuit fermé considéré ; il est celui de tous les éléments du système dans notre formule ; enfin les E seuls peuvent être négatifs dans notre loi, tandis que les E et les I peuvent être négatifs dans la seconde loi de Kirchhoff.

par des considérations de même ordre, d'établir une loi analogue relative à une portion quelconque d'un système, quelque étendue ou restreinte qu'on veuille choisir cette portion. Il convient alors d'exprimer cette loi par le symbole $\Sigma\varepsilon I + \Sigma EI - \Sigma RI^2 = 0$, expression dans laquelle ε est le symbole de toutes les différences des potentiels effectifs aux deux extrémités de chacun des substrata frontières, c'est-à-dire communs par leurs deux extrémités à la portion considérée et au reste du système. Les conventions de signes applicables à ces ε sont d'ailleurs exactement celles qui ont été définies plus haut pour tous les E. On peut considérer la première loi comme comprise dans la seconde, car alors $\Sigma\varepsilon$ disparaît. Il y a lieu de remarquer aussi que la seconde loi, qui n'a pas encore été formulée dans son acception générale, est cependant appliquée depuis longtemps, dans le cas particulier où il n'existe qu'un unique substratum frontière. La seconde loi est particulièrement précieuse pour le contrôle ou la détermination des grandeurs véritables de certains éléments électriques, auxquels on risquerait d'attribuer des valeurs erronées par suite d'hypothèses non justifiées ou de conventions illégitimes, dont les lois de Ohm et de Kirchhoff seraient insuffisantes à déceler la fausseté. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouvel électromètre capillaire*. Note de M. A. Chervet.

« Cet appareil peut servir à évaluer une différence de potentiel plus petite que $0^D,9$ (les $\frac{9}{10}$ de la force électromotrice d'un élément Daniell), avec une approximation égale à $0^D,001$; cependant sa simplicité est telle qu'on peut facilement le construire dans un laboratoire.

» Deux flacons tubulés latéralement contiennent, le premier, A, du mercure; le second, B, du mercure et de l'eau acidulée par $\frac{1}{10}$ d'acide sulfurique en volume. Les deux tubulures latérales sont centrées sur le même axe; un tube à thermomètre, ouvert aux deux bouts, établit la communication entre les deux flacons. La partie du tube qui correspond au réservoir du thermomètre est fixée du côté du flacon à mercure A; la partie capillaire s'ouvre dans l'eau du flacon B.

» Un fil de platine P, isolé par une gaine en verre, plonge dans le mercure du flacon B, sans être en contact avec l'eau acidulée; un fil de platine N plonge dans le mercure du flacon A. Au moyen d'un commutateur, on peut relier métalliquement les deux fils P et N, ou bien intercaler entre ces deux fils une différence de potentiel V, plus petite que $0^D,9$; le fil P doit toujours être positif.

» Les hauteurs de mercure et d'eau dans les flacons A et B sont telles, que, les fils P et N étant reliés métalliquement, la surface de séparation des deux liquides se trouve dans la région où la partie capillaire se raccorde avec la partie élargie du tube thermométrique, mais le plus près possible de la partie capillaire. Soit α l'angle du cône tangent à la surface du tube au point où se trouve le ménisque; α est un angle fort petit; soient a la dépression capillaire et r le rayon du tube,

$$a = \frac{M}{r};$$

M est une quantité qui dépend de la différence de potentiel V qui est intercalée entre les deux fils P et N.

» Si V augmente depuis o jusqu'à $0^{D},9$, le fil P étant positif, M augmente; donc r doit augmenter, et le ménisque se déplace du côté du flacon A.

» Si $V = 0^{D},001$, M augmente de $\frac{1}{750}$ de sa valeur (Mémoire de M. Lippmann, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. V); soit x le déplacement correspondant, le rayon du tube devient $r + x\sin\alpha$, et l'on a

$$a = \frac{M}{r} = \frac{M + \frac{1}{750}M}{r + x\sin\alpha} = \frac{\frac{1}{750}M}{x\sin\alpha},$$

d'où

$$x\sin\alpha = \frac{r}{750}.$$

» Si $a = 0^{m},01$, $r = 0^{m},00045$; le déplacement x, pour être visible à l'œil nu, doit être plus grand que $0^{m},0002$; alors

$$\sin\alpha = \frac{0,00045}{750 \times 0,0002}$$

et $\alpha = 10'$ environ.

» Donc, le tube capillaire ayant environ $0^{mm},5$ de rayon ou 1^{mm} de diamètre, le ménisque à sa position normale s'arrêtant en un point où l'angle du cône est d'environ 10', lorsque, par le jeu du commutateur, on intercalera entre les fils P et N une très petite différence de potentiel, on verra à l'œil nu un déplacement très apparent du ménisque toutes les fois que la différence de potentiel sera de l'ordre de $\frac{1}{1000}$ de volt.

» Si l'on observe à travers une loupe grossissant dix fois, la loupe étant munie d'un œilleton pour assurer la direction du rayon visuel, on pourra évaluer une différence de potentiel de l'ordre de $\frac{1}{10000}$ de volt.

» Pour bien apprécier le déplacement du microscope, il faut avoir un trait de repère correspondant à la position normale. C'est simplement une petite bande de papier, à bords coupés bien nettement, qui est collée sur le tube capillaire. On pourrait la remplacer avantageusement par un petit anneau en platine.

» La sensibilité de l'appareil étant bien démontrée, voyons comment il pourra servir à la mesure des différences de potentiel.

» Soit V la différence de potentiel intercalée entre les fils P et N : le ménisque s'est déplacé de sa position normale; on l'y ramène en exerçant une pression compensatrice p à la surface du mercure du flacon A. La dépression capillaire étant faible, $0^{m},01$ environ, la pression compensatrice p sera très petite. Pour la mesurer, je me suis servi d'un manomètre à eau, à tube incliné. Si l'on veut avoir une plus grande précision, on emploiera le manomètre différentiel de M. Kretz. Je suppose que la différence de potentiels soit $0^{D},0001$; nous savons que le déplacement est visible à travers la loupe. Cherchons quelle est, au manomètre différentiel, la pression compensatrice qui ramènerait le ménisque à sa position normale.

» D'après les expériences de M. Lippmann, cette pression évaluée en mercure est la $\frac{1}{7500}$ partie de la dépression capillaire; mesurée au manomètre à eau, elle serait 13,5 fois plus grande; mesurée au manomètre différentiel de M. Kretz, 29 fois plus grande encore; donc, la dépression capillaire étant $0^{m},01$, la pression compensatrice correspondant à $0^{D},0001$ sera environ

$$\frac{0,01}{7500} \times 13,5 \times 29 = 0^{m},0005;$$

la surface de séparation des deux liquides du manomètre (eau alcoolisée et essence de térébenthine) se déplacera d'environ $0^{mm},5$, longueur qu'il est facile d'évaluer sur une règle graduée.

» Pour graduer l'appareil, il suffit de mesurer la pression compensatrice p_0 qui correspond à 1^{D}. On sait, en effet, que tous les électromètres capillaires sont comparables. On consultera la Table donnée par M. Lippmann (*Annales de Physique*, 5e série, t. V); elle donne, en regard, les pressions P et les potentiels correspondants V; soit en particulier P_0 la pression correspondante à 1^{D}; il suffira de réduire tous les nombres de la Table

des pressions dans le rapport $\frac{p_0}{P_0}$, pour avoir une Table s'appliquant à l'électromètre que l'on veut graduer. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le phénomène de Hall.* Note de M. **Aug. Righi.**

« Les recherches sur cet important phénomène m'ont conduit à deux résultats, dont je crois utile de donner, dès à présent, connaissance.

» Le premier résultat se rapporte à la forme de la lame en expérience. Au lieu d'avoir la forme de croix avec quatre électrodes, elle a une forme absolument quelconque et porte trois électrodes. Le courant entre ou sort par l'une des électrodes, et sort ou entre par les deux autres. Les deux courants partiels circulent en direction opposée *dans les deux circuits de chacune des bobines* d'un galvanomètre de Wiedemann; une résistance convenable introduite, ou deux autres bobines parcourues par le courant total, permettent de maintenir l'aiguille au zéro ou presque au zéro. L'instrument accuse des variations opposées dans l'intensité des deux courants partiels, dès que l'on ferme le circuit de l'électro-aimant, entre les pôles duquel la lame est placée. Le sens de la déviation montre que les lignes équipotentielles sont tournées en sens contraire du courant magnétisant, pour l'or et les autres métaux où le phénomène de Hall a le même sens, et dans le même sens que le courant magnétisant pour le fer. En changeant la direction du courant qui parcourt la lame, on obtient des déviations galvanométriques qui démontrent que l'effet ne peut pas s'expliquer par une action directe du magnétisme sur le courant. Tout cela sera expliqué dans mon Mémoire.

» Cette manière d'opérer permet d'employer des lames de dimensions très petites et tout à fait irrégulières, pourvu qu'elles soient assez minces.

» Le deuxième résultat se rapporte au phénomène de Hall dans le bismuth, métal dans lequel il n'avait pas encore été étudié, peut-être à cause de la difficulté qu'il semble présenter à se réduire en feuilles minces ou assez larges. Par la méthode précédente, j'ai découvert que l'effet Hall se produit avec le bismuth dans le même sens qu'avec l'or, mais avec une intensité extraordinaire, environ 5000 fois celle de l'or. Ainsi, avec même intensité de courant et mêmes dimensions, une lame de bismuth de $0^{mm},079$ d'épaisseur a donné des déviations cinq ou six fois plus grandes qu'une feuille

d'or épaisse de $0^{mm},000087$. On obtient l'effet Hall dans le bismuth, même avec une simple barre d'acier aimantée, substituée à l'électro-aimant.

» Dernièrement, je suis arrivé à construire des lames de bismuth très minces et assez régulières pour leur donner la forme ordinaire de croix. Avec une petite barre aimantée, que l'on approche successivement de la lame par l'un ou l'autre pôle, j'ai obtenu l'effet Hall d'une manière assez marquée pour avoir des déviations galvanométriques (permanentes si l'aimant est laissé en place) d'un demi-mètre de l'échelle. Je travaille maintenant à perfectionner la construction des lames de bismuth très minces, et j'ai la conviction que je parviendrai à obtenir l'effet Hall par la seule influence du magnétisme terrestre. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche qualitative du Manganèse dans le zinc du commerce, les cendrées de zinc et ses calamines, et Recherche du bismuth dans le plomb commercial, au moyen de l'électrolyse;* par M. A. **Guyard**.

« *Recherche du manganèse.* — J'ai observé que le zinc du commerce renferme presque toujours à l'état normal des traces de manganèse : ce métal vient, à n'en pas douter, des calamines qui contiennent toujours des traces appréciables de manganèse qu'on peut retrouver par les procédés ordinaires de l'analyse.

» Les cendrées de zinc, ou mélange d'oxyde de zinc et de zinc métallique en parties ténues, qu'on obtient dans les grandes usines en fondant et refondant les déchets de zinc, pour couler ensuite le métal revivifié en lingots uniformes, sont beaucoup plus riches en manganèse que le métal d'où elles proviennent. Il y a, du reste, dans ces cendrées, accumulation du fer, du cuivre, du plomb, des impuretés non volatiles du zinc.

» Pour déceler la présence du manganèse dans les cendrées et les calamines, il suffit de saturer de cendrée ou de calamine une petite quantité d'un acide sulfurique formé de volumes égaux d'eau et d'acide monohydraté. On laisse reposer un peu, sans filtrer, et l'on soumet la matière à l'électrolyse, en ayant soin d'employer un pôle négatif formé d'un fil ou d'une lame de cuivre ou de laiton, et un pôle positif en platine.

» Au bout de quelques instants, le pôle positif s'entoure d'une magnifique auréole rose violette d'acide permanganique ; à l'intensité de la teinte, on peut se faire une idée de la proportion relative de manganèse. L'électrode négative se recouvre d'une couche brillante de zinc métallique.

» Pour rechercher le manganèse dans le zinc commercial, il est bon de

fondre une quantité un peu considérable de ce métal dans un creuset, à très basse température, de permettre à un peu de cendrée de se former, et d'écumer; on recherche le manganèse dans cette écume, comme il a été dit plus haut.

» *Recherche du bismuth.* — Quand on électrolyse une solution un peu concentrée de sulfate de zinc chimiquement pur, avec une électrode négative formée de platine, et une électrode positive formée d'une lame de plomb commercial, et qu'on poursuit l'expérience pendant un certain temps, la lame de plomb se recouvre peu à peu d'une couche épaisse de bioxyde de plomb (oxyde puce); si ce métal renferme du bismuth, celui-ci se dissout et va se précipiter avec le zinc sur le pôle négatif; le cuivre que renferme toujours le plomb commercial traverse la liqueur de la même façon, de sorte que, si l'on dissout dans de l'acide sulfurique dilué le zinc précipité, il reste une éponge noire dans laquelle il est très facile de déceler la présence du cuivre et du bismuth par les procédés connus.

» Il est difficile d'imaginer des méthodes plus élégantes ou plus délicates que celles que je viens de décrire, car la recherche de traces de manganèse, en présence d'énormes quantités de zinc ou de bismuth dans du plomb, n'est pas chose facile. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Nouvelles observations sur les Microbes des Poissons.* Note de MM. L. Olivier et Ch. Richet, présentée par M. P. Bert.

« I. *Mobilité des microbes.* — Dans nos précédentes Communications sur les Bactéries de la lymphe des Poissons, nous avons noté qu'en général ces microbes sont peu mobiles. Comme la mobilité, bien constatée, est un caractère qui ne laisse prise à aucun doute sur la nature vivante des formes observées, nous nous sommes appliqués à la déterminer avec rigueur.

» Aux forts grossissements, il est difficile de discerner parmi les mouvements de petite amplitude ceux qui sont passifs, browniens, de ceux qui sont spontanés, par conséquent dus à des êtres animés. Aussi, pour écarter toute incertitude, n'avons-nous qualifié de *mobiles* que les microbes qui, parcourant avec rapidité le champ du microscope, exécutaient des mouvements alternatifs de flexion et de reptation, de manière à se porter rapidement d'un point à un autre, au milieu des particules immobiles. C'est cette *mobilité* de *translation* que nous avons cherchée avec soin; car elle constitue une preuve indiscutable de l'existence des microbes.

» A l'examen direct, il faut quelque patience pour trouver, dans les liquides des Poissons, des microbes doués de cette sorte de mobilité. Néanmoins, si l'on multiplie les observations, en explorant avec soin chaque gouttelette soumise au microscope, on parvient à voir dans le liquide péritonéal, dans le liquide céphalo-rachidien, dans la lymphe péricardique et même dans le sang du cœur, des microbes manifestement mobiles. Pour arriver à les découvrir, il faut observer assidûment la même préparation sans la déplacer. Assez souvent alors on s'aperçoit que certains des *Bacillus*, qui semblaient depuis longtemps immobiles, entrent tout d'un coup en mouvement. On les voit se mettre soudain à nager dans le liquide, tandis que la position de leurs congénères reste invariable. Ils se contournent sur eux-mêmes, exécutent des mouvements de flexion, de gyration ou de translation rapide à la manière des vibrioniens. Une goutte d'acide acétique fait cesser aussitôt ce mouvement.

» Quelques observations prises parmi beaucoup d'autres [1] vont servir d'exemple :

» I. Sept *Gadus luscus*, pêchés la veille aux environs du Havre, et qui n'ont séjourné que vingt-quatre heures dans l'aquarium, sont examinés bien vivants; sur quatre individus est observée la mobilité de translation des microbes, une fois dans le liquide céphalo-rachidien, trois fois dans le liquide péritonéal. Les *Bacillus* sont d'une agilité extrême. Ils semblent flexibles et ondulent en serpentant. Par la forme seule ils ne se distinguent pas de ceux qui n'ont qu'un mouvement pendulaire.

» II. Dans le liquide péritonéal d'un *Blennius*, bien vivant et sortant de la mer, parmi des *Bacillus* immobiles très nombreux, on en voit quelquefois un qui se détache, parcourt rapidement le champ et disparaît.

» III. Sur un *Gadus luscus*, dans le sang du cœur recueilli avec précaution, se voient des *Bacillus* qui se promènent rapidement dans le champ du microscope.

» IV. Dans le liquide péritonéal d'uu Merlan, il y a nombre de *Bacillus* immobiles; certains, après être restés longtemps immobiles, parcourent rapidement le champ du microscope à la manière des vibrioniens. Dans la préparation, il y a une douzaine de *Bacillus* environ qui sont doués de cette mobilité.

» Il est nécessaire de constater la mobilité. Sans ce caractère on s'exposerait souvent à confondre avec les *Bacillus* un élément nouveau que nous avons découvert dans la lymphe des Poissons, et que nous décrirons prochainement.

---

[1] Voir aussi l'observation I que nous avons publiée dans les *Comptes rendus* (9 juillet 1883).

II. *Cultures*. — Nous avons pu, dans certaines conditions, obtenir la culture des microbes de la lymphe.

» A. *Cultures autogènes liquides*. — Si l'on recueille avec toutes les précautions nécessaires de la lymphe ou du sang de poisson, ces liquides ne se putréfient pas et ne s'altèrent pas d'une manière appréciable, même après plusieurs mois. Toutefois l'observation microscopique y décèle des microbes incontestables. Le maintien de la limpidité et l'absence de putréfaction ne constituent donc pas une preuve suffisante de la pureté d'une liqueur organique par rapport aux Bactéries. Nous n'insistons sur ce fait, déjà indiqué par nous ([1]), que parce qu'il concorde de tout point avec nos nouvelles expériences.

» B. *Cultures dans des bouillons*. — Un bouillon de bœuf, neutralisé, filtré à plusieurs reprises de manière à être parfaitement limpide, est, dans un ballon scellé, chauffé pendant quinze heures dans une étuve de 105° à 110°; le liquide reste limpide et il ne s'y forme aucun dépôt. Des quantités convenables sont introduites avec les précautions nécessaires dans des matras Pasteur stérilisés. Au bout d'un mois de séjour, ces liquides ont conservé leur transparence et leur limpidité sans formation d'aucun dépôt; ils sont alors ensemencés avec du sang ou de la lymphe recueillis comme il a été dit plus haut. Plusieurs échantillons de ce sang et de cette lymphe ont été conservés dans des pipettes tubulées; on remplit ces pipettes de bouillon stérile, et on les scelle aux deux bouts, de manière à faire des cultures presque complètement à l'abri de l'air.

» Le liquide, soit des ballons Pasteur, soit des pipettes tubulées et scellées, ne se trouble pas malgré l'ensemencement : même après plusieurs mois, le liquide est resté tout à fait clair. Cependant, dans le fond du ballon, apparaît un léger dépôt floconneux, blanchâtre, tellement minime qu'il est difficile à apercevoir. Or, au microscope, ce dépôt contient des cellules sphériques hyalines en chapelets, des *Bactériums* immobiles et des *Bacillus* qui offrent un genre spécial de mobilité de translation : c'est le plus souvent une progression lente déterminée par la flexion du corps et comparable à une sorte de reptation. Ces microbes se colorent d'une façon très intense par le violet de méthyle. Ce n'est guère que dans la dernière goutte obtenue en râclant le fond du matras qu'on peut apercevoir ces microbes. La plupart ont un mouvement de translation assez lent; mais quelquefois ils sont aussi mobiles que les vibrions les plus agiles.

» C'est surtout dans les pipettes, scellées aux deux bouts, et dans les cultures sans air, que ces microbes abondent. La goutte inférieure du liquide contient quantité de microbes mobiles.

» Après maints essais, nous avons pu réunir une douzaine d'observa-

---

([1]) Voir ce que nous avons dit à cet égard : *Microbes de la lymphe des Poissons* (*Comptes rendus*, 9 juillet 1883).

tions précises qui, au point de vue de la méthode expérimentale employée, nous paraissent rigoureuses. Nous n'en donnerons ici, pour terminer, qu'un seul exemple.

» Le liquide céphalo-rachidien d'une Limande, recueilli avec les précautions nécessaires (le 21 avril 1883), est mélangé à du bouillon stérilisé (le 21 mai), d'une part dans un tube privé d'air, d'autre part dans un matras Pasteur. Du 21 mai au 18 août, aucun trouble n'apparaît dans l'un ou l'autre flacon : dans le fond est un dépôt minuscule, blanchâtre : ce nuage contient des *Bacillus* mobiles, courts, flexueux en *s*, se colorant par le violet de méthyle. Ces organismes sont manifestement plus nombreux et plus mobiles dans le tube privé d'air. On n'en trouve que dans la dernière goutte, tout le reste est sans organisme. Quelques globules lymphatiques non altérés peuvent encore s'observer [1]. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les bâtonnets antennaires du Vanessa Io*. Note de M. J. Chatin, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Longue et grêle sur la presque totalité de son étendue, l'antenne s'élargit progressivement dans sa partie supérieure, pour se terminer par un renflement claviforme.

» Sur chacun des articles qui constituent cette sorte de mamelon apicilaire se trouvent des cavités désignées sous le nom de *fossettes olfactives* ou de *fossettes antennaires*. Profonde de $0^{mm},036$ en moyenne, chaque fossette communique avec l'extérieur par un pertuis très étroit, dont le diamètre ne dépasse pas $0^{mm},015$. Cet orifice ne s'ouvre d'ailleurs pas librement au dehors; l'accès de la fossette est défendu, plus ou moins complètement, par le groupement des saillies cuticulaires qui, se rapprochant et se courbant les unes vers les autres, arrivent parfois à masquer l'ouverture de la fossette.

» Dans certains cas, le rapprochement de ces saillies est tellement intime, que l'orifice semble être fermé par un tissu spécial. Quelques auteurs ont même cru pouvoir admettre une *membrane obturatrice*, qui n'existe réellement pas et doit être rapportée à la disposition que je viens de décrire.

» Au fond de la fossette, simple ou multiloculaire, se voient les *bâtonnets olfactifs* ou *bâtonnets antennaires*. Suivant Hauser, il n'existerait jamais qu'un bâtonnet par fossette; cependant j'ai pu, à diverses reprises, observer deux, trois ou même quatre bâtonnets réunis dans la même fossette ou dans la même loge d'une fossette composée.

---

(1) Ce Travail a été fait au Havre, à la Station de Physiologie maritime dirigée par M. Paul Bert, et à Paris dans les Laboratoires de M. Vulpian et de M. Van Tieghem.

» Enchâssé dans les éléments de la couche hypodermique, avec laquelle il présente, on ne tardera pas à le constater, d'étroites affinités, le bâtonnet offre un volume relativement considérable, atteignant, en moyenne, $0^{mm},040$. Sa structure est complexe et réclame une étude attentive.

» Une zone périphérique, de différenciation variable, limite une partie somatique dans laquelle il convient de distinguer le protoplasma, le noyau et le pigment.

» Le protoplasma est abondant et finement granuleux; pour l'observer comme aussi pour découvrir le noyau, il faut examiner un élément jeune : par les progrès du développement, le protoplasma et le noyau se trouvent voilés par la rapide formation du pigment et l'on doit être prévenu de ces modifications qui ne sauraient être méconnues sans conduire à de graves erreurs dans l'interprétation des diverses parties du bâtonnet. Les auteurs qui l'ont récemment décrit lui accordent de nombreux « nucléoles »; cette notion demande à être sérieusement précisée. Si l'on examine l'élément très jeune ou si, condition plus favorable encore, on peut observer un élément dépourvu de pigment, on découvre dans le noyau des formations qui pourraient, à la rigueur, être considérées comme des nucléoles, bien qu'elles semblent représenter plutôt des corpuscules intranucléaires semblables à ceux que M. Balbiani a figurés dans le *Chironomus* et que j'ai fait connaître chez divers autres types; mais telle n'a pas été la technique généralement suivie : négligeant de se reporter aux états antérieurs, on s'est borné à examiner le bâtonnet complètement développé et l'on a décrit comme « nucléoles » des productions indépendantes du noyau et représentant de simples amas pigmentaires dont le développement rapide et la forme sphéroïdale causent de faciles méprises.

» L'étude organogénique dissipe à cet égard toute incertitude : lorsqu'on suit l'évolution du bâtonnet, on constate que, primitivement semblable aux éléments ambiants, il ne tarde pas à s'accroître dans sa partie moyenne, tandis que ses extrémités, et surtout son extrémité supérieure, subissent une élongation marquée; le noyau est encore parfaitement distinct et entouré d'une zone protoplasmique facilement appréciable. Tandis que l'élément bacillaire tend ainsi vers sa forme parfaite, on constate que certaines modifications histiques s'accomplissent parallèlement à ces modifications morphologiques : le protoplasma devient d'abord granuleux, puis le pigment apparaît et se condense en petites masses ovoïdes, teintées de brun. Ce sont ces îlots pigmentaires qui ont été décrits comme des « nucléoles »; rien dans leur situation, dans leur mode de formation ou dans leur structure ne permet de leur attribuer une semblable signification.

» Cette conception erronée de nucléoles volumineux a provoqué une seconde erreur : elle a fait méconnaître le corps protoplasmique du bâtonnet dont on a trop souvent assimilé la partie centrale à un vaste noyau nucléolé. Or, pour qu'une telle interprétation fût acceptable, il faudrait que, durant le développement du bâtonnet, le noyau s'accrût au point d'envahir toute la cellule et d'amener la disparition progressive du protoplasma. Jamais on n'observe rien de semblable; le plus souvent même le noyau se trouve rapidement masqué par la différenciation du protoplasma somatique.

» On ne doit donc pas s'exagérer l'importance des pseudonucléoles indiqués par quelques observateurs; ils ne représentent que des produits secondaires et généralement pigmentaires. Ce dernier caractère ne saurait surprendre, le pigment apparaissant aussi très promptement dans les cellules hypodermiques avec lesquelles le bâtonnet révèle une profonde parenté histique.

» Le bâtonnet peut même être considéré comme une cellule hypodermique modifiée en vue d'une fonction spéciale et caractérisée par certaines dispositions au nombre desquelles il faut surtout mentionner les prolongements qui se montrent à ses deux extrémités. Le prolongement inférieur, parfois à peine indiqué, s'affirme principalement par ses connexions nerveuses; quant au prolongement supérieur, il témoigne d'une différenciation particulière et l'on ne saurait contester sa valeur fonctionnelle, mais il serait imprudent d'exagérer son importance et de lui accorder une origine particulière, comme on a paru récemment l'admettre. Ces questions ne peuvent qu'être mentionnées ici : elles trouveront leur place dans un travail plus étendu où seront également décrites les terminaisons nerveuses (terminaisons bacillaires et terminaisons libres). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'empoisonnement par le jequirity.* Note de MM. Cornil et Berlioz [1], présentée par M. Gosselin.

« La connaissance des microbes de la décoction du jequirity, bien étudiés par M. Sattler, et leur remarquable action thérapeutique sur les trachomes de la conjonctive, démontrée par M. de Wecker, nous ont engagés à rechercher quelle est leur action générale sur l'organisme lorsqu'ils sont absorbés.

---

[1] Travail du laboratoire d'Anatomie pathologique de la Faculté de Médecine.

» Nous nous sommes servis, pour cela, d'un liquide préparé en faisant infuser pendant vingt-quatre heures, dans 500^{gr} d'eau distillée, filtrée, bouillie, puis refroidie, 32 graines concassées de jequirity, et en versant sur cette infusion de l'eau distillée chaude. Le liquide ainsi obtenu a été renfermé dans des vases flambés, bouchés avec de la ouate. Il restait actif pendant trois semaines.

» Dans une première série d'expériences, nous avons injecté de 1^{cc} à 2^{cc} de cette décoction dans le tissu cellulaire sous-cutané de cobayes et de lapins. Tous ces animaux ont succombé dans l'espace de trente-six à soixante heures, après avoir présenté un œdème de la peau, des microbes dans la cavité péritonéale, un très léger degré de péritonite, des ecchymoses de la muqueuse stomacale, et une hypertrophie très remarquable, souvent accompagnée d'infiltration sanguine, des plaques de Peyer de l'intestin. Ces tuméfactions des plaques de Peyer, qui rappellent celles de la fièvre typhoïde humaine, s'observent, comme on le sait, dans plusieurs espèces de maladies infectieuses, chez le cobaye et le lapin.

» Un cobaye à qui l'on avait injecté, sous la peau du ventre, $0^{cc},5$ de la décoction, a été atteint d'un œdème inflammatoire de la peau, puis d'un phlegmon profond et d'une gangrène superficielle sèche de la peau, étendue à presque toute la paroi abdominale. Dans la sérosité et le liquide puriforme de ce phlegmon, il y avait une grande quantité de bacilles. Les poils s'enlevaient très facilement et l'on constatait un grand nombre de spores dans la gaine interne des follicules pileux. Cet animal a guéri et présente aujourd'hui une cicatrice très étendue et glabre.

» L'injection sous la peau de 2^{cc} de notre liquide, privé de bactéries après filtration suivant le procédé de M. A. Gautier, n'a produit aucun effet pathologique.

» L'injection sous-cutanée de $2^{cc},5$ d'une solution du principe du jequirity cristallisé, préparé par M. Chapoteau (fabrique de MM. Rigaud et Dusart), n'a donné aucun résultat appréciable.

» Les bactéries du jequirity en sont donc le seul principe actif.

» Dans une autre série d'expériences, nous avons injecté, dans le péritoine et la plèvre des lapins, $0^{cc},25$ à $0^{cc},5$ ou 1^{cc} de notre infusion. Ces animaux sont morts dans les vingt-quatre ou quarante-huit heures qui ont suivi l'injection. Quelques heures avant de mourir, l'animal était affaibli, ne se tenait plus debout, puis il sautait à une hauteur de $0^{m},10$ à $0^{m},60$ et poussait quelques gémissements avant sa mort. A l'autopsie, on trouvait toujours une inflammation intense des séreuses, qui contenaient un liquide

troublé par des globules de pus et des bactéries sous forme de bâtonnets et de spores, et des filaments ou fausses membranes de fibrine, libres ou accolées à leur surface. Les plaques de Peyer étaient généralement tuméfiées ainsi que les ganglions lymphatiques. Le poumon, du côté où l'injection avait été faite, présentait les lésions de la congestion et de la broncho-pneumonie.

» Dans le plus grand nombre de ces autopsies, nous avons trouvé, du côté du foie, des lésions très intéressantes, causées par les bactéries. Le foie présentait des îlots visibles à sa surface sous forme de taches gris jaunâtre, offrant sur une surface de section la même couleur avec une certaine opacité. Ces îlots, de $0^{m},05$ de diamètre environ, disséminés en plus ou moins grand nombre à la face inférieure ou à la face convexe de l'organe, étaient secs; le produit du raclage de leur surface de section montrait presque toujours, au microscope, des bâtonnets du jequirity.

» Les coupes de ces îlots, faites après durcissement dans l'alcool, colorées au méthyl-violet B (de la fabrique de Bâle), montées dans le baume de Canada et examinées avec la lentille à immersion homogène n° 10 de Vérick, montraient les particularités suivantes :

» A la périphérie de certains lobules hépatiques, une branche interlobulaire de la veine-porte est parfois remplie par une coagulation de fibrine, contenant dans ses mailles une quantité de bacilles caractéristiques du jequirity. Une pareille thrombose a interrompu la circulation d'une partie d'un lobule hépatique. Dans ces mêmes îlots, un certain nombre des capillaires intralobulaires contiennent, soit des bacilles en petit nombre, avec des globules rouges et des globules blancs, soit des agglomérations de bacilles. En même temps que les bâtonnets, on trouve aussi des spores rondes.

» Tout le réseau capillaire des îlots opaques est rempli par des éléments qui consistent en des leucocytes plus ou moins altérés, avec des granulations; quelques leucocytes sont encore assez bien conservés, avec leur protoplasme et leur noyau; mais la plupart sont atrophiés et leur protoplasme n'est plus visible. Leurs noyaux sont souvent fragmentés; on voit, par exemple, deux petits noyaux ou fragments de noyaux réunis par un filament et une grande quantité de granulations résultant de la destruction moléculaire des corpuscules sanguins. Presque tous ces éléments ou granules sont colorés en bleu violet; quelques granulations sont colorées en bleu verdâtre. Il n'y a pas de bâtonnets ni de spores bien nets.

» En même temps que les capillaires sont remplis par ces débris des globules sanguins, les cellules hépatiques sont mortifiées. Tandis que les cellules normales sont fortement colorées ainsi que leurs noyaux, les travées

de cellules hépatiques des îlots malades sont pâles, incolores; leurs noyaux, à peine visibles, offrent une teinte à peine bleuâtre ou sont remplacés par des vacuoles. Il existe quelquefois des granulations pigmentaires jaunes dans les cellules atrophiées et mortifiées, sans qu'il y ait de dégénérescence graisseuse. Ces travées altérées se continuent directement avec les travées de cellules normales. Les capillaires, remplis de débris d'éléments, sont quelquefois revenus sur eux-mêmes et les travées cellulaires ont subi une certaine atrophie.

» Dans certains de ces îlots opaques du foie, on ne trouve pas de bactéries, ces dernières ayant été éliminées ou détruites au milieu de la mortification des éléments du sang et des tissus.

» Les grenouilles auxquelles on injecte la décoction de jequirity, soit dans le sac lymphatique dorsal, soit dans le péritoine, succombent en vingt-quatre ou quarante-huit heures et présentent, dans le tissu cellulaire, dans le sang et dans le péritoine, une quantité considérable de bactéries vivantes. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les microbes trouvés dans le foie et dans le rein d'individus morts de la fièvre jaune.* Note de M. **Babes**, présentée par M. Wurtz ([1]).

« M. Cornil m'a donné, pour les examiner, des fragments du foie et des reins provenant d'autopsies de fièvre jaune. Ces pièces, enlevées immédiatement après la mort et conservées dans l'alcool fort, avaient été envoyées au laboratoire par M. de Lacerda. M. de Lacerda a fait récemment à l'Académie une Communication sur les parasites de la fièvre jaune. Mais, d'après les dessins joints à la Note de M. de Lacerda, nous nous sommes convaincus, M. Cornil et moi, que M. de Lacerda s'était trompé et qu'il avait décrit, comme des parasites, des filaments de tissu végétal et du pigment.

» Sur les coupes du rein et du foie, placées pendant quelques heures dans une solution de violet de méthyle B (de la fabrique de Bâle) chauffé à 40° et montées ensuite dans le baume, on constate ce qui suit :

» *Foie.* — 1. Les cellules hépatiques sont hypertrophiées, remplies de granules de graisse formant une couronne autour du noyau; elles contiennent des grains de pigment jaune. Leur noyau est ordinairement pâle, quelquefois atrophié, irrégulier et fortement coloré. Les capillaires intralobulaires, remplis de sang, contiennent quelquefois de petits grains

([1]) Travail du laboratoire de M. le professeur Cornil.

hyalins, colorés en bleu d'acier de 1 à 2 μ. Parfois, les cellules plasmatiques, au bord des capillaires, sont tuméfiées et multipliées.

» 2. Le tissu interlobulaire épaissi, devenu embryonnaire, montre un assez grand nombre de cellules fixes proliférées et de cellules migratrices, situées surtout autour des canaux biliaires dont l'épithélium est proliféré.

» 3. La capsule de Glisson est épaissie par places et devenue embryonnaire; elle se continue par places dans le tissu conjonctif interlobulaire sous forme d'îlots mal limités, formés par de petites cellules. La prolifération des cellules se continue le long des vaisseaux capillaires interlobulaires voisins.

» 4. Ces derniers capillaires présentent, quelques-uns, des dilatations ampullaires ou fusiformes et renferment un grand nombre de filaments courbés de $0^{\mu},6$ à $0^{\mu},8$ d'épaisseur et de longueur variable (voyez *m*, *fig.* 1). Ces filaments paraissent lisses et homogènes à un grossissement de 500 à 600 diamètres. Mais, avec un fort grossissement (objectif de Zeiss $\frac{1}{12}$, immersion homogène), on peut s'assurer que ces filaments sont composés de grains elliptiques, presque cylindriques, disposés deux à deux, formant de petits groupes dans lesquels ils sont unis par une substance intermédiaire pâle. Les filaments sont composés ainsi de deux à six *diplococcus*, ou mieux par des bâtonnets très courts, à spores terminales. Ces filaments se colorent très bien; ils tapissent en partie la paroi des vaisseaux, ou bien ils forment des pelotons plus ou moins denses dans leur intérieur. On trouve, avec eux, quelques grains ronds de 1 μ très fortement colorés. Lorsque ces bactéries intravasculaires sont disposées en amas volumineux, les filaments se colorent en violet peu intense; cependant on en voit quelques-uns qui sont plus colorés que les autres. Lorsque les bactéries sont en petit nombre et que le vaisseau n'est pas dilaté par elles, les filaments, disposés suivant la direction du vaisseau sont denses, très fortement colorés, et il est nécessaire d'employer le plus fort grossissement pour distinguer les grains qui les composent. Les vaisseaux, qui contiennent des bactéries ne présentent plus de globules sanguins dans leur intérieur. Le tissu voisin se colore moins bien.

» 5. *Rein.* — Les bactéries sont en plus grand nombre dans le rein que dans le foie. Leur distribution est tout à fait caractéristique. La capsule fibreuse du rein est épaissie, embryonnaire à sa partie profonde. Ce tissu enflammé se continue par places dans la partie corticale du rein, sous forme de cônes dont le sommet pénètre dans la profondeur et dont la base confine à la capsule. Là, les canalicules urinifères, les glomérules, la paroi des vaisseaux et surtout le tissu conjonctif interstitiel enflammés montrent

une grande quantité de cellules rondes. On trouve, par places, à la périphérie, mais surtout au sommet de ces îlots coniques de tissu enflammé, quelques vaisseaux capillaires extrêmement dilatés, ampullaires, remplis de filaments de bactéries agglomérés (voyez c', *fig.* 2) comme dans les vaisseaux du foie. Dans le foyer même de l'inflammation, on n'en trouve point. A la limite de ces îlots, les canalicules et les glomérules sont encore très altérés, surtout autour des vaisseaux remplis de bactéries; l'épithélium des canalicules est granuleux et leur noyau a disparu (1, *fig.* 2).

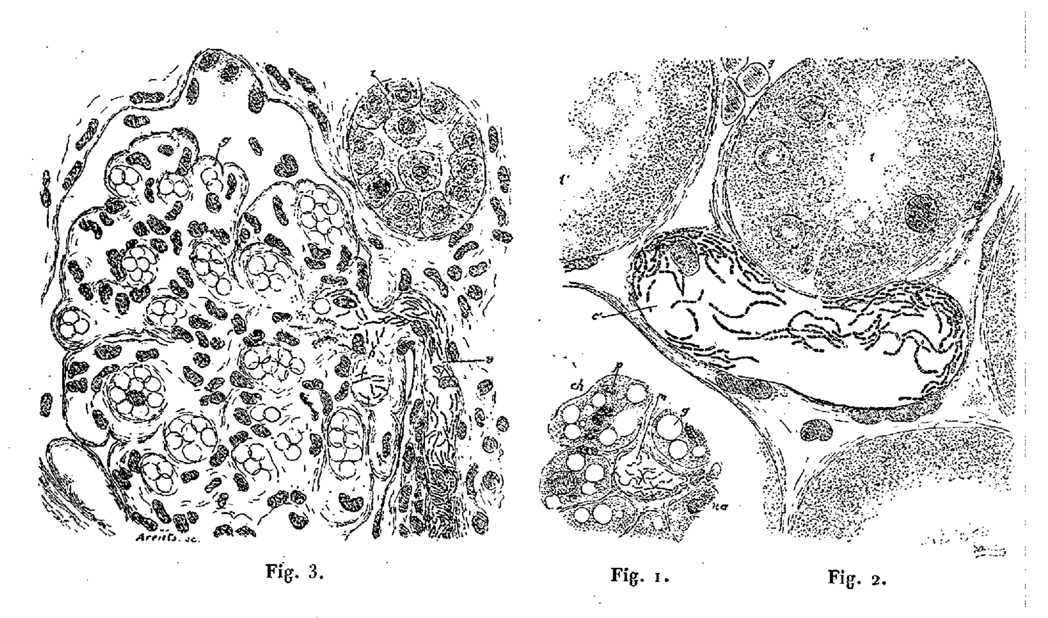


Fig. 3. Fig. 1. Fig. 2.

La surface du rein n'est pas le seul point où l'on trouve ces lésions d'inflammation. Il existe aussi dans la profondeur, autour de certains glomérules ou d'artérioles, des foyers analogues. On peut voir alors, au début par exemple, dans l'artériole afférente du glomérule, une accumulation de bactéries (v, *fig.* 3), et l'on en trouve aussi dans les vaisseaux du bouquet glomérulaire. Lorsque les îlots d'inflammation sont plus anciens, on ne rencontre plus de bactéries.

» Le foie et les reins ne contenaient pas d'autre espèce de bactéries.

» 6. Pour ce qui est des autres altérations du tissu rénal, elles portaient à la fois sur les glomérules, sur le tissu conjonctif et l'épithélium des tubuli. Le tissu conjonctif interstitiel était œdémateux, embryonnaire par places, surtout à la périphérie, et présentait quelques gouttes très colorées de $0^{mm},01$ à $0^{mm},02$. Quelques glomérules étaient devenus homogènes ou enflammés; les vaisseaux capillaires remplis de sang con-

tenaient quelques grains extrêmement petits, ronds, mal définis et fortement colorés.

» Le parenchyme de la substance corticale était très altéré. L'épithélium des *tubuli contorti* est tuméfié, granuleux; leur partie centrale est parfois vésiculeuse; la lumière des tubes est rétrécie, parfois remplie d'une masse granuleuse; on y voit aussi des gouttes hyalines. Les anses de Henle renferment souvent des cylindres hyalins colorés en bleu pâle. Dans les tubes droits les plus petits des pyramides de Ferrein, l'épithélium est proliféré et remplit quelquefois leur lumière; les noyaux se colorent fortement. Dans le protoplasma de ces cellules, on voit presque toujours, de petits grains allongés (1 μ de diamètre environ) qu'on pourrait prendre au premier abord pour des bactéries. Mais, en les examinant avec un fort grossissement, on peut constater une grande différence dans leur forme, ce qui rend peu probable l'idée de microorganismes.

» Les cylindres qui occupent souvent la lumière des tubes sont, les uns composés de grandes gouttelettes hyalines à double contour et confluentes, comme framboisées, sorties des cellules, très fortement colorées; les autres sont formés de gouttes très petites, égales, pâles, isolées; on en voit dont la surface est tout à fait lisse et enfin il existe des cylindres de ces deux substances. La substance médullaire des reins est beaucoup moins altérée. »

M. **Daubrée** appelle l'attention de l'Académie sur un Mémoire que M. *de Chancourtois* se propose de publier prochainement, avec des Cartes à l'appui, sous le titre : « Programme raisonné d'un système de Géographie ».

« A la suite d'une Note présentée le 15 janvier, M. de Chancourtois avait annoncé ce travail, le 7 mai, par une seconde Note intitulée : « Étude des » questions de l'unification du méridien initial et de la mesure du temps, » poursuivie au point de vue de l'adoption du système métrique décimal » complet ».

» La première partie de l'explication finale du système, dont un aperçu avait été présenté le 23 mars 1874, traite des deux questions ci-dessus énoncées : ces deux questions devront être discutées dans la session de l'Association géodésique internationale, qui va s'ouvrir à Rome le 15 octobre prochain. L'auteur fractionne la présentation de son travail, afin de pouvoir publier sans retard la partie qui intéresse le sujet venu à l'ordre du jour des délibérations internationales. »

M. **Daubrée** présente, de la part de M. *Arthur Issel*, professeur à l'Université de Gênes, un Ouvrage en langue italienne, intitulé : « *Le oscillazioni lente del suolo, o bradisismi.* »

« Après des considérations générales sur les procédés qui permettent de discerner les mouvements lents du sol, d'élévation ou d'abaissement, survenus depuis les temps historiques, auxquels l'auteur donne le nom de *bradisismi*, il passe en revue leurs caractères dans les diverses parties du globe, et une Carte générale, où ont été tracés aussi tous les volcans, résume, sous une forme synoptique, les aires de soulèvement et d'abaissement. Un dernier Chapitre, consacré aux considérations théoriques, fait ressortir les faits généraux de ces soulèvements lents, les causes mécaniques, physico-chimiques et géothermiques auxquelles on les a attribués, leurs relations avec les changements permanents produits par les tremblements de terre, et leur action modificatrice sur les continents et les mers, ainsi que sur les climats et les êtres vivants. »

M. **Daubrée** présente, de la part de M. l'ingénieur au corps des Mines d'Italie *Baldacci*, un Mémoire, en langue italienne, relatif au tremblement de terre survenu à Ischia le 28 juillet 1883 :

« L'auteur conclut : 1° que l'activité volcanique de l'île se manifeste le long de deux fractures principales qu'il a tracées sur une Carte jointe à son travail : l'une infléchie, allant des bains d'Ischia à Forio; l'autre dirigée à peu près du nord-nord-ouest au sud-sud-est de Lacco-Ameno, aux étuves de Testaccio; 2° que la localité de Casamicciola est précisément située à l'intersection de ces deux fractures et qu'elle a dû ainsi être le centre du foyer sismique; 3° que les édifices construits sur la lave trachytique ont présenté aux secousses une résistance bien supérieure à celle des édifices reposant sur le tuf ou sur l'argile, circonstance dont il conviendra de tenir compte quand on reconstruira dans les pays récemment dévastés. »

La séance est levée à 4 heures. D.

ERRATA.

(Séance du 10 septembre 1883.)

Page 639, ligne 23, *ajoutez au commencement de la ligne :* pour un seul circuit plan,

» ligne 27, *au lieu de* $\omega \frac{di}{dt}$, *lisez* $p\omega \frac{di}{dt}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 SEPTEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Joseph-Antoine-Ferdinand Plateau*, Correspondant de la Section de Physique, décédé à Gand le 15 septembre 1883.

M. **Faye**, à l'occasion de cette triste nouvelle, rappelle sommairement à l'Académie les travaux de son célèbre et regretté Correspondant :

» M. Plateau était un des savants étrangers les mieux connus en France. Dans nos nombreux collèges ou lycées, il n'est pas de classe de Physique où ce nom ne soit cité chaque année avec honneur, pas de cours de Faculté où quelques-uns de ses travaux ne soient exposés et applaudis. L'un de ses premiers Mémoires porte sur un sujet fort obscur qu'il a complètement élucidé par des expériences ingénieuses et décisives, l'irradiation oculaire. Les derniers ont eu pour but la formation des lames minces liquides et leur étude à la fois géométrique et mécanique. M. Plateau a été conduit à l'étude des lames minces par la considération de simples bulles de savon, où déjà Newton avait trouvé le sujet de si magnifiques recherches d'Optique.

M. Plateau a mesuré la tension de ces lames; il a déterminé les lois de leur groupement lorsqu'on en forme des édifices polyédraux; il en a fixé la nature géométrique lorsque, en détruisant l'édifice qu'elles forment, on les force à prendre des figures courbes où la somme des rayons de courbure principaux doit être constante ou bien nulle. Rien de plus frappant que les expériences qu'un professeur de Faculté répète devant son auditoire quand, mettant en œuvre les dispositions du célèbre physicien belge, on voit naître sous ses mains, à l'aide d'un bain d'eau de savon convenablement préparé et de charpentes légères en fils de fer ou de soie, l'échafaudage inattendu des figures géométriques les plus variées et les plus belles. On sait d'ailleurs que ces recherches touchent aux points les plus délicats de la mécanique moléculaire.

» Mais ce qui, dans les travaux de M. Plateau, frappe le plus le public instruit, ce sont les admirables expériences où il a entrepris d'imiter, de reproduire par des artifices ingénieux et de faire saisir sur le fait la formation des globes planétaires avec les formes si variées qu'une masse fluide animée d'un mouvement de rotation peut prendre lorsqu'elle est isolée et libre dans l'espace. L'expérience semblait impossible à réaliser, car comment isoler ainsi une masse liquide et la soustraire à l'action de notre pesanteur terrestre. M. Plateau y est parvenu en plaçant cette masse dans un milieu liquide de même densité, mais non miscible avec elle. Alors on voit cette masse, à l'état de repos, prendre la figure d'une sphère parfaite; puis, si on lui imprime un mouvement de rotation autour d'un axe stable, on la voit passer de la figure d'une sphère à celle d'un ellipsoïde de révolution aplati aux pôles. Enfin, si l'on augmente encore la vitesse de rotation, la masse fluide se transforme en une lentille qui ne tarde pas à abandonner, dans le plan de son équateur, une partie de sa matière. Celle-ci va former tout autour d'elle un anneau tournant plat et mince, reproduisant ainsi l'image frappante du système de Saturne. M. de Laplace aurait été bien heureux s'il lui avait été donné de voir de ses yeux la réalisation expérimentale de sa grande conception cosmogonique.

» Ce n'est pas ici le lieu d'énumérer les nombreux travaux de notre regretté Correspondant : ils portent tous la trace d'une intelligence supérieure et particulièrement originale; mais il nous sera permis de rappeler que presque tous ont été faits par un aveugle. Frappé de bonne heure d'une irrémédiable cécité, qui semblait devoir mettre fin à tout travail d'expérience ou d'observation, M. Plateau a trouvé, chez ses admirateurs et ses parents, l'organe qui lui faisait défaut désormais. Il créait dans sa tête ses

expériences et, quand les appareils nécessaires avaient été construits d'après ses indications, il faisait exécuter les expériences par ses amis qui voyaient pour lui et lui rendaient compte des résultats. Non, leur disait-il parfois, il doit y avoir là autre chose encore : recommencez en changeant tel ou tel organe, regardez à tel endroit, et, si je ne me suis pas trompé, vous observerez tel ou tel effet. Il ne se trompait jamais.

» Remercions, au nom de la Science, les collaborateurs dévoués dont le zèle a permis à ce savant si justement célèbre de prolonger son utile et brillante carrière bien au delà du terme que son infirmité semblait y devoir poser. Remercions aussi le Gouvernement belge d'avoir conservé jusqu'au bout à M. Plateau son titre de professeur dans une chaire qu'il illustrait sans pouvoir l'occuper. »

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture à l'Académie de la Lettre suivante de M. *Pasteur*.

« Arbois, le 19 septembre 1883.

» Je reçois la nouvelle d'un grand malheur.

» M. Thuillier est mort hier à Alexandrie du choléra foudroyant.

» Je viens de prier par dépêche M. le Maire d'Amiens de prévenir sa famille du coup qui la frappe.

» La Science perd en Thuillier un de ses courageux représentants et du plus grand avenir. Je perds un disciple aimé et dévoué, mon laboratoire un de ses principaux soutiens.

» Je ne me consolerai de cette mort qu'en pensant à notre chère Patrie et à ce qu'il a fait pour elle. »

CHALEUR RAYONNANTE. — *Note sur les spectres solaires. Appareils réfringents en sel gemme;* par M. P. Desains.

« Dans un Mémoire présenté à l'Académie le 24 avril 1882, j'ai fait connaître les résultats de recherches relatives à la distribution de la chaleur dans la région obscure des spectres solaires formés avec des appareils réfringents tout en sel gemme. Je me propose aujourd'hui de développer ces indications, en publiant les nombres que j'ai obtenus en étudiant au même point de vue la portion lumineuse de ces spectres. J'ai employé à cette étude un appareil dont j'ai donné la description aux *Comptes rendus*, séance du 4 septembre 1882.

» On opère de la manière suivante :

» On commence par mettre le prisme au minimum de déviation pour

une raie déterminée D, par exemple, puis on amène le fil vertical du réticule sur cette raie; on lit les verniers; on pointe ensuite successivement les autres raies principales et l'on note la division du cercle qui répond à chacune d'elles. Cette première série de déterminations achevée, on substitue la pile à l'oculaire et, alors, en faisant à nouveau passer l'alidade par les différentes positions qu'elle occupait quand la lunette pointait aux raies, on fait dans chaque cas l'observation calorimétrique. Quand la série des mesures est terminée, on abaisse la pile : l'oculaire peut alors de nouvean fonctionner optiquement. On recommence les pointés et l'on constate presque toujours qu'il n'y a eu aucun dérangement dans le système.

» Dans le cas contraire on rejetterait les observations.

» En opérant de cette manière, on a pu suivre la distribution de la chaleur dans le spectre solaire depuis la raie H jusqu'à quelque distance de la raie A dans la portion du spectre moins réfrangible que cette dernière. Il a, du reste, été facile de raccorder ces déterminations avec celles qui avaient été faites antérieurement dans la région obscure la moins réfrangible du spectre.

» D'abord la comparaison des résultats obtenus en 1881 et 1882 montre que les *rapports* des intensités des trois premiers maxima à celle du rouge extrême sont les mêmes dans ces deux séries d'observations recueillies à des époques différentes, l'une (1882) par un temps très sec, l'autre par les temps d'automne ordinaires; l'influence atmosphérique ne se faisant sentir nettement sur les rapports dont il s'agit que dans la région moins réfrangible que celle du troisième maximum de nos Tableaux.

» On peut donc admettre que, depuis ce troisième maximum jusqu'au violet, les *rapports* des intensités calorifiques des différentes régions du spectre ne dépendent pas sensiblement de la plus ou moins grande proportion de vapeur dissoute dans l'air.

» Or, dans les expériences du 27 août 1883, le rapport entre l'intensité du rouge extrême et celle de la région voisine de D a été trouvé égal à 1,51. Donc, d'après les nombres donnés en 1882, les rapports entre les intensités des trois premiers maxima et celles de D sont respectivement :

N° 1....................	$1,51 \times 1,44 = 2,174$
N° 2....................	$1,51 \times 1,6 = 2,416$
N° 3....................	$1,51 \times 1,9 = 2,174$

» Si l'on représente par 20 l'intensité à la raie D, les intensités à ces trois

maxima seraient respectivement

N° 1	43,48
N° 2	48,32
N° 3	57,38

» On aurait de même pour les minima

N° 1	34,23
N° 2	43,78
N° 3	48,32

» Quant aux distances des maxima et minima successifs à la raie D, elles ont été trouvées respectivement égales à

	Maxima.	Minima.
N° 1	36′	39′
N° 2	49	53
N° 3	63	67

» En suivant la marche que nous venons d'indiquer, on est arrivé aux résultats résumés dans le premier des Tableaux suivants :

Distances à la raie D en minutes [1].	Intensités (celle de D étant 20).	Distance à la raie D en minutes.	Intensités (celle de D étant 20).
+ 5	20,77	— 0	20,00
+10	23,5	— 5	17,8
+20 (raie C)	29,00	—10	16,32
+ 24 (rouge extrême)	30,2	—27 (raie E)	12,5
+26 (raie B)	29,4	—32 (raies *b*)	9,00
+30	31,22	—45	6,5
+33	34,6	—50 (raie F)	5,7
+36	43,5	—95 (raie G)	2,66
+37	37,4		
+39 (raie A)	34,2		
+42	40,0		
+49	48,3		
+53	43,8		
+63	57,3		

» Le second Tableau donne les longueurs d'onde d'une série de rayons situés à des distances connues de D. Pour la commodité de la construction des courbes, on a représenté par 60 la longueur d'onde de D. Toutes les

(1) On désigne par le signe + les distances comptées du côté du spectre obscur, par le signe — les distances comptées du côté du violet.

longueurs ici inscrites ont donc leur partie caractéristique supérieure à leur valeur réelle, d'environ $\frac{1}{60}$ de celle-ci :

Noms des raies.	Longueur d'onde (D = 60).	Distances à D exprimées en minutes.
»	189,6	+96,40
»	145,8	80,00
»	115,2	63,20
»	97,8	46,40
A	77,34	39,5
B	69,6	26,00
C	66,72	20,00
D	60,00	0,00
b	52,66	−32,00
F	49,34	−50,00
G	43,98	−95,00

» Pour la partie obscure du spectre, j'ai calculé les longueurs d'onde d'après les nombres donnés par M. Curie et moi (*Comptes rendus*, 28 juin 1880).

» En se reportant à ces Tableaux ou aux courbes que l'on en déduit, on peut, comme on l'avait déjà indiqué (*Comptes rendus*, 24 avril 1882) partager le spectre en un certain nombre de portions limitées par des rayons de longueurs d'onde connues et renfermant des quantités totales de chaleur, dont les rapports se calculent sans difficulté.

» En particulier, on peut traiter une question, qui l'a déjà été par d'autres méthodes, et qui consiste à comparer, dans toute l'étendue du spectre, les quantités de chaleur qui se trouvent comprises entre des rayons dont les longueurs d'onde diffèrent d'une quantité constante. Si l'on suppose cette différence suffisamment petite, ces quantités sont représentées par des surfaces de trapèzes, t, t', t'' dont les hauteurs h, h', h'' seront, avec les notations des Tableaux précédents, représentées par des nombres de minutes, tandis que les lignes médianes m, m', m'' seront les ordonnées de la courbe calorifique aux points du spectre que l'on considère. Pour deux trapèzes dont les hauteurs h et h' seront suffisamment petites, les surfaces seront mh et $m'h'$, et le rapport de ces surfaces sera

$$\frac{m}{m'} \times \frac{h}{h'}.$$

» Avec le même prisme et la même incidence, le rapport $\frac{h}{h'}$ dépend seulement de la différence des longueurs d'onde des rayons qui limitent la tranche et de la distance de cette tranche à un point déterminé du spectre,

la raie D, par exemple; mais le rapport $\frac{m}{m'}$ varie et peut varier beaucoup avec la nature de la source et celle des absorbants que les rayons auraient traversés avant d'arriver au prisme.

» Pour fixer les idées, supposons que, dans le cas des expériences relatées dans cette Note, la différence des longueurs d'onde des rayons qui limitent les tranches que l'on considère soit égale à la vingtième partie de la longueur d'onde de D. Il résulte des déterminations numériques citées plus haut que, dans le voisinage de cette raie D, la base h sera à très peu près égale à $10'$, et au troisième maximum de l'obscur, par suite de la rapide élévation de la courbe des longueurs d'onde, elle n'aura plus qu'une valeur h' égale à $1',7$; d'autre part les médianes m et m' pourront être prises égales à 20 et 57,3; le rapport $\frac{m}{m'}\frac{h}{h'}$ sera donc $\frac{20}{57,3}\frac{10}{1,7} = \frac{200}{97,4}$, soit 2.

» Si l'on prenait pour source le platine incandescent, $\frac{h}{h'}$ conserverait la même valeur $\frac{10}{1,7}$; mais, d'après les mesures d'intensité relatées aux *Comptes rendus*, séance du 28 juin 1880, $\frac{m}{m'}$ deviendrait égal à $\frac{17}{249}$; le produit $\frac{m}{m'}\frac{h}{h'}$ serait alors $\frac{100}{249}$, ou sensiblement $\frac{1}{2,5}$. »

M. A. Gaudry dépose sur le Bureau de l'Académie des échantillons de fossiles qu'il a rapportés d'un voyage en Russie et s'exprime dans les termes suivants :

« Pendant un voyage que je viens de faire en Russie, j'ai obtenu quelques débris des derniers Mammouths dont les cadavres ont été observés dans les terrains glacés de la Sibérie par M. Schmidt et par M. le baron de Maydell. Le savant naturaliste M. Strauch, directeur du Musée de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, a eu la bonté de me les donner pour le Muséum de Paris. Je les place sous les yeux de l'Académie; ce sont des crins mêlés à de la laine et un morceau de peau. Ce morceau a été découpé devant moi par M. Strauch sur une grande peau de Mammouth qui a été apportée en 1871 à Saint-Pétersbourg par M. de Maydell. J'ai mis à côté la touffe de laine et de crin et le fragment de peau que nous possédions déjà au Muséum, et dont Cuvier a parlé dans ses *Recherches sur les ossements fossiles*. La peau que nous avions était dépourvue de poils, au lieu que notre nouveau morceau est couvert d'une laine brune, très épaisse et bien adhérente. J'ai pensé que ceux d'entre nous qui s'in-

téressent aux choses de la vieille nature pourraient avoir quelque plaisir à voir et à toucher ces curieux débris des Proboscidiens quaternaires.

» La riche fourrure du Mammouth, qui contraste avec la peau nue des Éléphants actuels, doit nous étonner de moins en moins; car les études faites dans ces dernières années en Suède, en Allemagne, en Russie et dans la Grande-Bretagne confirment chaque jour davantage l'idée d'une immense extension des glaciers pendant une partie de la période quaternaire. »

MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE. — *Sur un nouveau cas intégrable du problème de l'élastique et l'une de ses applications.* Mémoire de M. **Maurice Lévy**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Le problème de la flexion finie d'une ligne ou verge élastique sous l'action de forces données a été, comme on sait, résolu par Lagrange dans le cas d'une verge droite, en faisant abstraction des forces qui, comme la pesanteur, agissent sur sa masse entière, pour ne tenir compte que de celles qui s'exercent en ses extrémités.

» Le cas nouveau et plus général que nous avons traité est celui de la déformation plane d'une verge qui, dans son état naturel, serait soit droite soit circulaire et qui, outre des forces ou couples agissant en ses extrémités, supporterait une pression uniformément répartie sur sa fibre moyenne, normale à cette fibre et lui restant normale, quelque déformation qu'elle prenne.

» Le premier de ces deux cas ne dépend, comme on sait, que des fonctions elliptiques de première espèce; nous montrons que le second se ramène aussi à des quadratures elliptiques, mais comporte à la fois des fonctions elliptiques de première et de troisième espèce.

» Le premier a trouvé une application extrêmement utile et importante en Résistance des matériaux où il a fourni la solution, passée aujourd'hui dans la pratique, du problème si délicat de la stabilité des prismes droits dits *chargés debout* (colonnes, piliers, etc.). Le second (et c'est ce qui nous a amené à l'étudier) donne lieu à une application du même genre.

» De même qu'une colonne comprimée suivant son axe reste théoriquement droite, mais se trouve dans une sorte d'équilibre instable, en ce sens que la moindre déviation la fait rompre par flexion si elle est trop longue par rapport à ses dimensions transversales, de même une pièce cir-

culaire, un manchon cylindrique mince, par exemple, pressé normalement et uniformément de l'extérieur vers l'intérieur, se comprime en restant circulaire, mais se trouve aussi dans cette sorte d'équilibre instable, en ce sens que la moindre déviation accidentelle l'aplatit plus ou moins, si son épaisseur est trop faible par rapport à son rayon.

» Quelle épaisseur faut-il lui donner pour être certain qu'un tel accident ne pourra pas se produire? C'est, comme on voit, l'extension, aux pièces circulaires, du problème des pièces droites chargées debout. C'est une question qui nous a été plusieurs fois posée par des constructeurs qu'elle intéresse en raison des pressions de plus en plus considérables aujourd'hui usitées dans certaines industries; et, à notre connaissance, elle n'est pas sortie du domaine de l'empirisme.

» Pour la résoudre rationnellement, il faut commencer par chercher *toutes* les déformations de *grandeur finie* susceptibles de se produire sous l'influence d'une déviation accidentelle. Suivant que l'épaisseur du manchon (ou plus généralement le moment d'inertie de la section de l'anneau considéré) est plus ou moins faible, on reconnaît que ces déformations peuvent être, ou en nombre illimité, ou en nombre limité (on trouve dans les deux cas que la fibre moyenne affecte la forme de courbes étoilées, rappelant celles du problème de la toupie en Mécanique), ou impossibles. La question est de savoir quelles dimensions il faut adopter pour être certain de se trouver dans ce dernier cas.

» Pour cela, on observe que l'intégration de l'équation différentielle de la fibre moyenne déformée introduit deux constantes arbitraires; ces constantes se déterminent par la double condition :

» (a) Que la courbe déformée soit fermée;

» (b) Que sa longueur totale soit sensiblement la même que celle de la fibre circulaire au moment où elle est simplement comprimée avant toute flexion.

» Ces deux conditions se traduisent analytiquement par un système de deux équations modulaires simultanées auxquelles, après diverses transformations, nous avons donné la forme suivante, où U et u sont les deux constantes de l'intégration qu'il faut déterminer, constantes que nous avons choisies de façon qu'elles soient purement numériques, toutes deux positives et la seconde moindre que 1; E, I, p, ρ_0 sont respectivement le coefficient d'élasticité de la matière, le moment d'inertie de la section de l'anneau (si l'anneau est un simple manchon cylindrique d'épaisseur ε et

de longueur 1, $I = \frac{\varepsilon^3}{12}\big)$, la pression par unité de longueur de la fibre moyenne, le rayon de cette fibre après la compression simple sans flexion due à la pression p; enfin n est un nombre entier arbitraire, à chaque valeur duquel répond un mode particulier de flexion :

$$\frac{\varpi}{n}\left(\frac{EI}{p\rho_0^3}\right)^{-\frac{1}{3}}U^{-\frac{2}{3}} = \int_{-1}^{+1}\frac{dy}{\sqrt{1-y^2}\sqrt{U^2+U(1+uy)-\frac{u^2}{4}(1-y^2)}},$$

$$\frac{2\varpi}{n} = \int_{-1}^{+1}\frac{2U(1+uy)-u^2(1-y^2)}{(1+2uy+u^2)\sqrt{1-y^2}\sqrt{U^2+U(1+uy)-\frac{u^2}{4}(1-y^2)}}dy.$$

» En discutant ces équations, nous trouvons : 1° que l'entier n ne peut jamais être 1, qu'on a au moins $n = 2$; 2° que les deux équations sont incompatibles *quel que soit* n et que, par suite, aucune flexion ne peut se produire, si l'on prend

$$\frac{EI}{p\rho_0^3} > \frac{4}{9},$$

inégalité qui fournit ainsi une solution très commode et très pratique du problème posé, quoique l'analyse qui y amène soit très laborieuse.

» Nous sommes conduit, en passant, à quelques remarques que nous croyons nouvelles, sur les verges planes de forme quelconque, soumises à une pression normale uniforme. Ainsi nous montrons que, si une telle verge est arrivée à l'état d'équilibre et que, suivant la théorie de l'Élasticité ou de la Résistance, on remplace les forces élastiques qui se développent dans chaque section transversale par une force unique F passant par le centre de gravité de cette section et par un couple unique M :

» 1° Les forces élastiques F, aux différents points de la fibre moyenne déformée, sont représentées en grandeur, direction et sens par les vitesses que prendraient ces points, si l'on imprimait à la courbe une rotation instantanée, numériquement égale à la pression donnée p, autour d'un point convenablement choisi du plan, point que nous appelons le *centre des forces élastiques;*

» 2° Le moment de flexion M est, à une constante près, égal à $\frac{pr^2}{2}$, r étant la distance du point considéré au centre des forces élastiques.

» Ces résultats permettent de donner à l'équation différentielle du second

ordre à intégrer la forme la plus simple possible et de ramener la question de Mécanique à ce problème de pure Géométrie :

» *Trouver une courbe plane : 1° fermée; 2° de longueur donnée; 3° dont la courbure en chaque point soit une fonction linéaire du carré de la distance de ce point à un point fixe du plan.*

» C'est lorsque les données de ce problème sont telles, que les trois conditions 1°, 2° et 3° deviennent incompatibles, que la stabilité de la pièce est assurée, et cette question de stabilité, au premier abord assez obscure, se présente ainsi avec une netteté toute géométrique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur le fonctionnement d'une turbine.* Note de M. Marcel Deprez.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

« Lorsque les expériences de la Commission municipale de Grenoble sur mes machines dynamo-électriques furent terminées, il me parut intéressant d'étudier le fonctionnement de la turbine qui mettait en mouvement la génératrice située à Vozille-Gare.

» Cette turbine mettait en mouvement plusieurs engrenages qui, en temps ordinaire, faisaient mouvoir des meules destinées à broyer du ciment, mais ces meules avaient été enlevées au moment des expériences de la Commission, de sorte que les engrenages tournaient à vide. Le dernier arbre de renvoi, actionné par la turbine, portait un frein de Prony installé par les soins de la Commission et une grande poulie reliée par une courroie à la poulie de la machine génératrice. Je fis tomber cette courroie et, faisant donner à la vanne de la turbine une levée égale à environ le tiers de sa levée maxima, je fis placer dans le plateau du frein des poids, croissant en progression arithmétique, et mesurai avec soin la vitesse de l'arbre du frein correspondant à chaque charge.

» Je changeai ensuite la levée de la vanne et recommençai la même expérience. Les Tableaux suivants montrent les résultats obtenus pour des levées croissantes de la vanne. Chaque expérience durait dix minutes, pendant lesquelles la vitesse se maintenait absolument constante.

Désignation de l'expérience.	Charge du frein.	Nombre de tours du frein par minute — mesuré.	Nombre de tours du frein par minute — calculé.	Travail total de la turbine en chevaux.
A	20	147,5	147,5	10,30
	25	139,5	139,7	12,17
	30	132,5	131,8	13,87
	35	»	124,0	»
	40	117	116,2	16,33
	45	»	108,3	»
	50	100,5	100,5	17,54
B	20	162	162	11,31
	25	153	154,5	13,35
	30	146	147	15,28
	35	138	139,5	16,85
	40	131	132	18,29
	45	124,5	125,5	19,54
	50	116	117	20,24
	55	110	109,5	21,11
	60	102	102	21,36
C	40	144	144	20,10
	50	130	130	22,68
	60	116	116	24,29
D	40	148	148	20,66
	50	136	136	23,73
	60	124	124	25,96

» Il résulte de l'examen de la colonne qui contient les vitesses correspondant aux charges que, *lorsque les charges du frein croissent en progression arithmétique, les vitesses de la turbine décroissent exactement aussi en progression arithmétique*. Cette loi a été vérifiée dans des limites très étendues, puisque les charges ont varié de 20^{kg} à 60^{kg}. Il suit de là que la loi qui lie la charge du frein à sa vitesse est représentée avec une grande exactitude par une équation du premier degré de la forme

$$\frac{F}{F_0} + \frac{V}{V_0} = 1,$$

dans laquelle F et V désignent la charge et la vitesse du frein pour une expérience quelconque, F_0 la charge du frein qui mesure l'effort nécessaire pour arrêter complètement la turbine et V_0 la vitesse que prend au contraire la turbine lorsque le frein est complètement desserré. Les coefficients

F_0 et V_0 varient naturellement avec la levée de la vanne. C'est au moyen de cette formule qu'ont été trouvés les nombres inscrits dans la colonne qui fait connaître le nombre de tours calculés.

L'expérience A a été faite avec la levée de vanne nécessaire pour que, le frein étant complètement desserré, la machine génératrice fît 960 tours par minute en engendrant un courant de 3 ampères. La réceptrice située à Grenoble développait alors au frein un travail de 6 chevaux-vapeur, tandis que le travail absorbé par la génératrice (calculé par interpolation) était de 11 chevaux, nombre presque identique à celui que la Commission avait obtenu en procédant d'une façon différente.

» Je ferai remarquer, en terminant, que l'équation $\frac{F}{F_0} + \frac{V}{V_0} = 1$ est précisément celle que j'ai trouvée, il y a plusieurs années, pour représenter le plus simplement possible les circonstances du fonctionnement d'un moteur électrique à champ magnétique constant alimenté par une source à force électromotrice constante.

» On voit que, dans l'expérience A, un accroissement de charge de 5^{kg} produisait une diminution de vitesse de 8 tours par minute, quelle que fût la charge du frein. Cela permet de juger du degré de précision que comportait la méthode employée par la Commission et dans laquelle on ramenait aussi rigoureusement que possible la vitesse à la même valeur lorsqu'on remplaçait le travail résistant de la machine électrique par celui du frein. »

M. J. **Delauney** adresse une nouvelle Note sur les époques probables des tremblements de Terre :

« A la suite de l'étude de nombreux résultats, j'ai cru devoir formuler la loi suivante :

» *La plupart des phénomènes de météorologie cosmique et terrestre, et en particulier les grandes tempêtes séismiques, semblent se produire lorsque les grosses planètes passent par certaines longitudes, notamment par celles de 135° et 265° environ.*

» Essayant ensuite d'interpréter ce résultat, j'ai dit qu'il était probable qu'à ces longitudes les grosses planètes traversaient des essaims cosmiques.

» On voit donc, d'une part, que cette dernière proposition n'est qu'une

hypothèse que chacun peut admettre ou repousser sans que la loi puisse en être en quoi que ce soit confirmée ou atteinte.

» D'un autre côté que, si l'hypothèse découle de la loi, la loi, en revanche, est complètement indépendante de l'hypothèse.

» Dans ces conditions, qu'est-il arrivé? M. Faye, ne discutant que l'hypothèse, a conclu qu'elle était inadmissible et que, par suite, la loi cessait d'être vraie.

» Je crois donc être en droit de dire que la loi que j'ai énoncée sur les grandes tempêtes séismiques n'a nullement été atteinte par les objections de M. Faye.

» J'ajouterai que, comme cette loi a été confirmée deux fois par l'événement en mai 1877 et en juillet 1883, elle a les plus grandes chances d'être l'expression de la vérité. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. Boillot adresse, comme suite à ses recherches de Thermochimie, une Note portant pour titre : « Chaleur relative aux combinaisons de l'hydrogène avec l'oxygène. »

Cette Note, comme les précédentes, sera soumise à l'examen d'une Commission composée de MM. Berthelot et Cahours.

M. J. Pères soumet au jugement de l'Académie la description d'un télégraphe.

(Commissaires : MM. Fizeau, Becquerel, Jamin, Cornu.)

M. T. Istria adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Gagnage adresse une Communication relative au rancissement des graisses et des huiles.

Cette Communication et l'échantillon qui l'accompagne sont renvoyés à l'examen d'une Commission composée de MM. Milne Edwards, Pasteur, Bouley.

M. A. Netter adresse à l'Académie deux Notes sur le choléra.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. **Blavier** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, vacante par suite du décès de M. *de la Gournerie.*

(Renvoi à la Commission qui sera ultérieurement nommée.)

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes* (159), (189), (218) *et de la comète Pons-Brooks, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. **Bigourdan**, communiquées par M. Mouchez.

	Dates 1883.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite Astre — ✶.	Déclinaison Astre — ✶.
(159)	Avril 10......	a	2722 B.D − 0°.	9	−1.^{m} 3^{s},63	+ 5′. 7″,6
	11......	b	2714 »	9	+0.23,25	+ 7.24,4
	12......	c	2713 »	9	+0.51,43	− 6.31,9
	13......	c	2713 »	9	+0. 6,49	− 1.29,2
	25......	d	324 Weisse$_1$ 13^h	8,5	+0.14,54	− 6.12,5
	26......	e	318 »	9	+0. 9,28	+ 1. 0,2
	29......	f	268 »	8	+1.16,83	+ 7.45,1
	30......	g	3057 B.D + 0°	9,5	−2.17,22	+ 0.18,3
	Mai 2......	h	24776-77 Lalande	8	+1.41,17	+ 1.47,3
(189)	Mars 10......	i	Anonyme.	11,5	−0. 3,40	+ 0. 8,3
	12......	i	»	11,5	−0. 9,30	− 0.36,5
(218)	Avril 7......	j	21287 Lalande	8,5	+0.30,15	+ 6.44,8
	8......	k	2451 B.D + 9°	9	−0.47,77	− 1.28,0
	9......	l	2448 »	9,5	+0.36,14	+ 4.16,3
	9......	m	2453 »	9,5	−1.27,88	− 3.33,8
	10......	n	2449 B.D + 9°	9,5	+0. 9,02	+ 7.39,7
	11......	o	Anonyme	10	−1.22,01	+ 1.37,3
	12......	p	»	10	−1.26,34	+ 3.55,0
	13......	q	1094 Weisse$_1$ 10^h	8,5	−2.32,58	− 0.27,8
	14......	q	»	8,5	−2.44,09	+ 5.57,9
	14......	r	2446 B.D + 9°	9,5	−0.28,47	− 1.26,7
	15......	s	2239 B.D + 10°	9,5	»	− 4.36,1
	25......	t	1075 Weisse$_1$ 10^h	7,5	−2.31,88	− 1.34,9
	26......	t	»	7,5	−2.26,46	+ 2.40,1
	Mai 7......	u	2311 B.D + 11°	9	+0.18,78	− 6.36,6
☄	Sept. 23......	v	1476 B.D + 60°	8	+2. 7,32	+ 0.36,0

Positions des étoiles de comparaison.

Date 1883.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Avril 10.......	*a*	13.34. 4,10	+2,79	− 1. 1.18,8	−14,1	R. Copeland
11.......	*b*	13.31.55,20	+2,80	− 0.58.39,7	−14,2	et Börgen.
12.......	*c*	13.30.43,23	+2,80	− 0.39.45,6	−14,3	(*Annales*
13.......	*c*	13.30.43,23	+2,81	− 0.39.45,6	−14,2	*de Göttingen*.)
25.......	*d*	13.22. 3,92	+2,84	+ 0.17.21,3	−14,1	Weisse$_1$.
26.......	*e*	13.21.30,33	+2,84	+ 0.13.48,3	−14,1	Id.
29.......	*f*	13.18.22,22	+2,83	+ 0.17.41,5	−14,1	Id.
30.......	*g*	13.21.19,8	+2,84	+ 0.28.36	−13,9	B.D.
Mai 2.......	*h*	13.16. 8,57	+2,83	+ 0.32.40,6	−14,0	Observ. Paris, 1872.
Mars 10.......	*i*	7.27.55,56	+2,41	+32.19.25,8	− 7,3	Rapportée
12.......	*i*	7.27.55,56	+2,37	+32.19.25,8	− 7,2	à 1576 B.D + 32°.
Avril 7.......	*j*	11. 0.46,82	+2,53	+ 8.44.29,0	−17,3	Lalande.
8.......	*k*	11. 1.45,7	+2,48	+ 9. 0.52	−17,0	B.D.
9.......	*l*	10.59.59,5	+2,51	+ 9. 3.28	−17,0	Id.
9......	*m*	11. 2. 2,3	+2,51	+ 9.10.52	−16,9	Id.
10.......	*n*	11. 0. 8,7	+2,50	+ 9. 7.40	−16,9	Id.
11.......	*o*	11. 1.21,20	+2,49	+ 9.21.47,5	−16,8	Rapportées
12.......	*p*	11. 1. 3,18	+2,49	+ 9.27.14,0	−16,7	à 2454 B.D + 9°.
13.......	*q*	11. 2. 0,34	+2,48	+ 9.39.26,0	−16,7	Weisse$_1$.
14.......	*q*	11. 2. 0,34	+2,47	+ 9.39.26,0	−16,7	Id.
14.......	*r*	10.59.44,4	+2,46	+ 9.47. 4	−16,5	B.D.
15.......	*s*	10.57.31,9	+2,45	+ 9.56.42	−16,4	Id.
25.......	*t*	11. 1. 6,46	+2,36	+10.50.43,8	−15,6	Weisse$_1$.
26.......	*t*	11. 1. 6,46	+2,36	+10.50.43,8	−15,6	Id.
Mai 7.......	*u*	11. 1. 4,05	+2,23	+11.31.55,7	−14,4	W. Struve. *P. mediæ*
Sept. 23.......	*v*	16.23.13, 4	−0,50	+60.34.21	+17,8	B.D.

Positions apparentes des planètes et de la comète.

	Date 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison. apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
		h m s	h m s		° ′ ″		
(159)	Avril 10..	12.29.13	13.33. 3,26	$\bar{2}$,290	− 0.56.25,3	0,828	9:16
	11...	11.31.51	13.32.21,25	$\bar{2}$,842*n*	− 0.51.29,5	0,827	20:20
	12...	11.19.45	13.31.37,46	$\bar{2}$,913*n*	− 0.46.31,8	0,827	24:20
	13...	11.38.44	13.30.52,53	$\bar{2}$,626*n*	− 0.41.29,0	0,826	14:12
	25...	10.23.33	13.22.21,30	$\bar{2}$,894*n*	+ 0.10.54,7	0,820	16:18
	26...	9.39.55	13.21.42,45	$\bar{1}$,142*n*	+ 0.14.34,4	0,820	20:18
	29...	11.41.27	13.19.41,88	$\bar{2}$,942	+ 0.25.12,5	0,819	16:12
	30...	10.32. 3	13.19. 5,4	$\bar{2}$,343*n*	+ 0.28.40	0,819	21:14
	Mai 2...	10. 8.51	13.17.52,57	$\bar{2}$.663*n*	+ 0.34.13,9	0,818	18:12

	Dates. 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
		h m s	h m s		° ′ ″		
(199)	Mars 10...	12.36.17	7.27.54,57	$\bar{1}$,821	+32.19.26,8	0,634	10:12
	12...	10.42. 8	7.27.48,63	$\bar{1}$,659	+32.18.42,1	0,501	12:20
	Avril 7...	11.37.42	11. 1.19,50	$\bar{1}$,217	+ 8.50.56,5	0,759	18:18
	8...	10.18.55	11. 1. 0,4	$\bar{2}$,636	+ 8.59. 7	0,752	21:24
	9...	9.30.57	11. 0.38,2	$\bar{2}$,506*n*	+ 9. 7.27	0,750	18:24
	9...	9.30.57	11. 0.36,9	$\bar{2}$,506*n*	+ 9. 7. 1	0,750	18:24
	10...	9. 8.45	11. 0.20,2	2,797*n*	+ 9.15. 3	0,750	20:24
	11...	9.36. 4	11. 0. 1,68	$\bar{3}$,930*n*	+ 9.23. 8,0	0,748	21:26
(218)	12...	9.48. 8	10.59.39,33	$\bar{3}$,406	+ 9.30.52,3	0,746	18:12
	13...	11. 1.24	10.59.30,24	$\bar{1}$,175	+ 9.38.41,5	0,751	15:10
	14...	8.29.27	10.59.18,72	$\bar{1}$,004*n*	+ 9.45. 7,2	0,747	9:6
	14...	9. 7.42	10.59.18,4	$\bar{2}$,555*n*	+ 9.45.21	0,744	16:12
	15...	8.40.56	»	»	+ 9.51.50	0,745	0:6
	25...	9.16. 4	10.58.36,94	$\bar{2}$,736	+10.48.53,3	0,735	15:10
	26...	8.37.21	10.58.42,36	$\bar{3}$,758*n*	+10.53. 8,3	0,733	18:12
	Mai 9...	9. 6.17	11. 1.25,06	$\bar{1}$,054	+11.25. 4,7	0,732	18:12
*	Sept. 23...	8. 7.32	16.25.20,2	$\bar{1}$,827	+60.35.15	0,737	15:20

» *Remarques.* — L'étoile anonyme de comparaison des 10 et 12 mars a été rapportée à 1576 B.D + 32°; j'ai obtenu :

$$\text{Æ Anonyme} - 1576 = +2^m 7^s,82,$$
$$\text{Décl. an.} - 1576 = +2'7'',2,$$

par 11 : 20 comparaisons; et, pour la position moyenne 1883,0 de 1576 B.D + 32°, j'ai adopté $\alpha = 7^h 25^m 47^s,74$, $\delta = +32°17'18'',6$ (*Ann. Leyde*, t. IV, p. 272, n° 34).

» Les anonymes des 11 et 12 avril ont été rapportées à 2454 B.D + 9°; j'ai obtenu :

11 Avril. Æ anonyme — 2454......	$-1^m 20^s,78$	$-4'19'',2$	par 8 : 10 compar.
12 » »	$-1^m 38^s,80$	$+1'7'',3$	» 5:6 »

» La position moyenne adoptée de 2454 B.D + 90° pour 1883,0 est

$$\alpha = 11^h 2^m 41^s,98, \quad \delta = +9°26'6'',7,$$

d'après le Tome VI des *Annales de Bonn*.

» L'étoile de comparaison du 7 mai est double; les mesures se rapportent à la composante austro-suivante, celle dont les coordonnées sont données dans les *Positiones mediæ*.

» La comète Pons-Brooks augmente rapidement d'éclat; le 24 sep-

tembre, elle paraissait comme une étoile de 8,5 grandeur. Son diamètre a doublé, mais je n'ai pu apercevoir aucune trace de queue. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (113) *Amalthæa, faites avec l'équatorial coudé*; par M. **Périgaud**, présentées par M. Mouchez.

Dates 1883.	Étoiles.	Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Correction de l'éphéméride (1).	Déclinaison apparente.	Correction de l'éphéméride (1).	Nombre de compar.
Août 24....	*a*	9h58m42s,0	22h12m0s,34	+1s,01	−15°16′26″,4	+2″,7	5
28....	*b*	10.29.19,2	22. 8.19,71	+0,90	−15.43.41,8	+3,0	5

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascens. droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
a 43567 Lal....	22h14m12s,36	+4s,02	−15°8′31″,8	+26″,1	2 obs. mérid. Paris.
b 43367 Lal....	22. 8.18,11	+4,05	−15.40.43,3	+26,0	»

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'induction due à la variation d'intensité du courant électrique dans un circuit plan et dans un solénoïde cylindrique. — Deux lois analogues à celles de Biot et Savart.* Note de M. **Quet**.

« Dans les *Comptes rendus* du 10 courant, j'ai donné une formule très générale pour représenter la force d'induction que produit la variation d'intensité d'un courant électrique circulaire. On peut l'appliquer à la machine de Ruhmkorff, à la célèbre expérience qu'Ampère fit à Genève vers 1822, à une partie des grandes découvertes de Faraday, et à tous les cas où le corps induit est très rapproché d'un ou plusieurs courants circulaires. On peut également s'en servir lorsque l'inducteur est très éloigné, mais alors il est utile de ne pas se borner aux courants circulaires, et de considérer les propriétés des circuits plans de forme quelconque.

» J'ai montré, dans ma dernière Communication, que les composantes A, B, C de la force d'induction sont données par ces expressions

$$A = h\int\frac{dx}{r},\quad B = h\int\frac{dy}{r},\quad C = h\int\frac{dz}{r},\quad h = -\frac{K}{2}m\frac{di}{dt}.$$

x, y, z sont les coordonnées d'un point quelconque M du circuit, prises

(1) *Astronomische Nachrichten*, n° 2528.

par rapport au centre O de la masse induite m, et r est la distance OM. Je prends un point P très rapproché du circuit et je désigne par R sa distance au point O, et par x', y', z' ses coordonnées; e, f, g, α, β, γ seront les cosinus des angles que font avec les axes le rayon vecteur R et la normale au plan du courant; p représentera la distance de P au plan du circuit et ξ, η, ζ les coordonnées de m rapportées à l'origine P. L'équation du plan du circuit sera

$$p = \alpha\xi + \beta\eta + \gamma\zeta;$$

on pourra en tirer la valeur d'une des variables en fonction des deux autres. Si dans $\frac{1}{R}$ on fait varier x', y', z' respectivement de ξ, η, ζ, on obtiendra $\frac{1}{r}$. Cette dernière quantité peut donc se développer en série de termes ordonnés suivant les puissances et les produits de ξ, η, ζ. La série étant obtenue, j'y remplace x', y', z' par eR, fR, gR, et j'ai

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{R} + \frac{H_1}{R^2} + \frac{H_2}{1.2.R^3} + \frac{H_3}{1.2.3.R^4} + \cdots;$$

on a posé

$$H_1 = -(e\xi + f\eta + g\zeta), \quad H_2 = (3e^2 - 1)\xi^2 + 2ef\xi\eta + \ldots.$$

a, b, c étant les aires de projection du circuit d'aire ω sur les plans coordonnés, et $d\xi$, $d\eta$, $d\zeta$ pouvant remplacer dx, dy, dz, on a

$$\int H_1\, d\xi = fc - gb, \quad \int H_2\, d\xi = -2efc\xi_1 + \ldots.$$

ξ_1, η_1, ζ_1 sont les coordonnées du centre de gravité G de l'aire ω, prise par rapport au point P. La première de ces expressions est du deuxième ordre, la suivante de troisième ordre, et ainsi de suite. Plaçons le point P au centre de gravité G de l'aire ω; alors p, ξ_1, η_1, ζ_1 sont nuls, ainsi que la deuxième expression précédente, et, en négligeant les quantités d'un ordre supérieur au troisième, on a

$$A = \frac{h\omega}{R^2}(fc - gb), \quad B = \frac{h\omega}{R^2}(ga - ec), \quad C = \frac{h\omega}{R^2}(eb - fa).$$

Il suit de là que la force d'induction est perpendiculaire au plan mené par O et la normale GN du circuit, et que sa grandeur absolue est

$$f = \frac{h\omega}{R^2}\sin\varepsilon,$$

ε étant l'angle que R fait avec GN.

» Je vais maintenant déterminer la force d'induction pour un assemblage particulier de courant, celui d'un solénoïde homogène et cylindrique. Par le point O, centre de l'élément m, je mène Oz parallèle et Ox perpendiculaire à BA. Pour une génératrice quelconque de ce cylindre, les projections a et b sont nulles et c coïncide avec ω. Donc A et C sont nuls et la force dirigée suivant Oy a pour valeur

$$B = -\frac{h\omega}{R^2}\sin\varepsilon.$$

» Si z est l'ordonnée du centre G de l'aire ω et que l soit la distance de deux génératrices consécutives, on a, pour la somme Y de toutes les forces analogues à B, cette expression

$$X = -\frac{h\omega}{l}\int\frac{\sin\varepsilon\, dz}{R^2} = -\frac{h\omega}{l}\int\frac{du}{R} = -\frac{h\omega}{al}(\sin u' - \sin u'').$$

u est l'angle que R fait avec Ox; u', u'' sont les valeurs de u qui correspondent aux extrémités A et B du cylindre; a est la distance de O à la direction AB. Ainsi la force d'induction due au solénoïde est

$$Y = \frac{K}{2}m\frac{di}{dt}\frac{\omega}{al}(\sin u' - \sin u'').$$

» Si l'axe du solénoïde se prolonge indéfiniment des deux côtés, cette formule se réduit à

$$Y = Km\frac{di}{dt}\frac{\omega}{al};$$

ainsi la force est en raison inverse de la distance a. Cette loi est analogue à la première des deux lois que Biot et Savart ont trouvées dans l'électromagnétisme.

» Si l'on plie l'axe du cylindre indéfini, de manière que les deux parties de l'axe forment un angle égal à V, et que l'on suppose la masse induite m sur la bissectrice de cet angle, on trouve aisément cette expression de la force

$$Y = \frac{Km\omega}{al}\frac{di}{dt}\operatorname{tang}\frac{V}{4}.$$

La loi relative à la tangente que donne cette formule est l'analogue de la deuxième loi de Biot et Savart.

» Lorsque la masse m est sur le plan mené perpendiculairement à AB par son milieu, on a

$$Y = Km\frac{\omega}{al}\frac{di}{dt}\sin u' = \frac{K}{2}m\frac{\omega}{R'^2}\frac{di}{dt}\frac{L}{l}\sin\varepsilon'.$$

R′ est la distance du point O à l'extrémité A ou B du solénoïde, L la longueur du cylindre et ε' l'angle que R′ fait avec l'axe AB.

» Si la longueur L du solénoïde est très petite par rapport à la distance du corps induit, R_0 étant le rayon vecteur du milieu et u_0 son inclinaison sur Ox, on a

$$R'^2 = R_0^2 + LR_0\sin u_0 + \tfrac{1}{4}L^2\sin^2 u_0;$$

de là et de l'expression analogue de R''^2 on tire, aux quantités du second ordre près,

$$\sin u' - \sin u'' = \frac{L}{R_0}\cos^2 u_0.$$

» Comme $a = R_0\cos u_0$, il s'ensuit que l'on a, en posant $\varepsilon_0 = 90° - u_0$,

$$Y = \frac{k}{2}m\frac{di}{dt}\frac{L}{l}\frac{\omega}{R_0^2}\sin\varepsilon_0,$$

formule que j'ai déjà citée dans ma précédente Communication. »

OPTIQUE. — *Recherches sur la dispersion de la lumière*. Mémoire de M. C.-E. de Klercker, présenté par M. Fizeau. (Extrait par l'auteur.)

« La théorie employée dans ce Mémoire explique le phénomène de la dispersion sous un point de vue exclusivement physique, et en laissant de côté ce qui concerne le mécanisme du mouvement propagatoire de l'éther.

» Elle est fondée sur l'hypothèse d'enveloppes d'éther comprimé entourant les molécules matérielles, et sur la réunion idéale de toutes ces enveloppes, formant, dans le milieu réfringent, des couches simples à densité moyenne.

» Elle explique le phénomène de la dispersion en admettant que dans l'éther comprimé, conformément à ce qui se passe dans l'éther libre, la vitesse de propagation est invariablement la même pour différents rayons lumineux.

» Ce Mémoire renferme des recherches récentes et plus rigoureuses d'après cette théorie, recherches qui ont donné des résultats de beaucoup

supérieurs à ceux obtenus auparavant, et exposés dans mon Mémoire précédent (¹).

» Ainsi, au lieu de l'expression

$$\omega = (1 + A)\frac{L}{L - B},$$

donnée précédemment comme formule générale de dispersion, j'arrive maintenant à

$$\text{(I)} \qquad \omega = \frac{1 + A}{2}\,\frac{2L^2 - LB}{L^2 - LB - C}$$

ou, avec une égale précision,

$$\text{(II)} \qquad \frac{1}{\omega^2} = \frac{1}{(1 + A)^2}\left(1 - \frac{B}{L} - \frac{C}{L^2}\right)$$

ou enfin à la formule très approchée, mais moins applicable dans la pratique,

$$\text{(III)} \qquad \frac{1}{\omega^2} = \alpha - \frac{\beta}{L} + \frac{\gamma}{L^2} - \frac{\delta}{L^3}.$$

» La *nouvelle formule à trois coefficients*, (I) ou (II), s'applique suffisamment bien à l'expérience, à la condition que le milieu réfringent soit parfaitement isotrope. D'une comparaison faite avec la formule de Cauchy, également à trois coefficients,

$$\omega = a + \frac{b}{L^2} + \frac{c}{L^4},$$

en considérant la dispersion dans quelques liquides, elle a paru même supérieure à cette dernière.

» Les coefficients de la nouvelle formule sont composés de grandeurs dont les valeurs numériques dépendent de l'état chimique et physique du corps réfringent, et, à un certain degré aussi, du milieu transparent matériel qui entoure ce corps.

» La théorie conduit de même à la *formule empirique*

$$\frac{\omega - 1}{\sigma} = \text{const.},$$

généralement connue, du *pouvoir réfringent* d'un milieu isotrope. »

(¹) *Bihang till K. Sv. Vet. Akad. Handl.*, Bd. 7, nº 1.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la distribution du potentiel dans des masses liquides de forme déterminée.* Note de M. A. CHERVET [1].

« 1° *Cas d'une lame rectangulaire indéfinie dans le sens de la longueur.* — Les électrodes sont circulaires, de petite dimension, et situées vis-à-vis l'une de l'autre.

» α désigne le rayon de l'électrode, π l'épaisseur de la lame, $\pm V_0$ le potentiel à chaque électrode; l'axe des x est la ligne qui joint les deux électrodes, l'axe des y est le côté indéfini du rectangle qui passe par l'électrode positive.

» Alors le potentiel, en un point d'ordonnées x et y, est donné par la formule

$$\frac{V}{V_0} = \frac{\log \dfrac{e^y + e^{-y} + 2\cos x}{e^y + e^{-y} - 2\cos x}}{2 \log \cot \dfrac{\alpha}{2}}.$$

» J'ai vérifié expérimentalement cette distribution du potentiel dans une lame liquide rectangulaire d'une très grande longueur.

» 2° *Cas d'une masse liquide limitée par deux plans parallèles verticaux.* — Les deux électrodes, aux potentiels $+V_0$ et $-V_0$, sont situées sur une ligne horizontale perpendiculaire aux deux surfaces verticales, à l'intersection de cette ligne avec chacune des deux surfaces; leur rayon α est très petit par rapport à l'épaisseur π de la lame.

» J'appelle

r_0 la distance d'un point P à l'électrode positive;

r_1 sa distance à l'électrode négative;

$r_2, r_3, r_4, \ldots$ les distances du point P à des points situés sur la ligne des électrodes, à des distances 2π, 3π, 4π, ... de l'électrode positive, du côté de l'électrode négative;

$r'_1, r'_2, r'_3, \ldots$ les distances du point P à des points situés de l'autre côté sur cette même ligne, à des distances π, 2π, 3π, ... de l'électrode positive.

---

[1] *Voir* la Communication du 17 septembre dans le numéro précédent, page 669 de ce Volume.

» Le potentiel au point P sera donné par la relation

$$\frac{V}{V_0} = \frac{\left(\frac{1}{r_0} - \frac{1}{r_1}\right) + \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r'_1}\right) + \left(\frac{1}{r'_2} - \frac{1}{r_3}\right) + \left(\frac{1}{r_4} - \frac{1}{r'_3}\right) + \ldots}{\frac{1}{\alpha} - 0,441}.$$

» La constante 0,441 est égale à

$$\frac{2.L.2}{\pi}.$$

» La série du numérateur est convergente, car les termes entre parenthèses sont alternativement positifs et négatifs, et en valeur absolue ils tendent vers zéro.

» Au moyen de l'électromètre capillaire, j'ai mesuré directement les potentiels en différents points d'une pareille masse liquide; l'accord entre les potentiels calculés et les potentiels observés m'a paru satisfaisant. »

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Solution du problème de la détermination du méridien magnétique par la boussole elle-même sur les navires en fer.* Note de **M. E. Bisson**, présentée par M. F. Perrier.

« J'ai acquis, après de longues recherches, la conviction que ce problème ne serait soluble qu'à la condition d'obtenir deux aiguilles susceptibles de recevoir une action identique du fait des *forces déviantes* du navire, en même temps que deux actions *différentes* du fait du couple terrestre.

» La première condition était facile à remplir : il suffisait pour cela d'employer deux aiguilles dont les centres fussent placés sur une même verticale, à une différence de hauteur assez faible pour que, *pratiquement*, la composante horizontale des *forces déviantes* pût être considérée comme la même par rapport aux deux aiguilles; en effet, deux aiguilles placées à quelques centimètres au-dessus l'une de l'autre rempliront la condition voulue, si l'on a pris la précaution de choisir un emplacement distant de 1^m à $1^m,50$ de toute substance susceptible de les influencer.

» La seconde condition était impossible à obtenir directement; j'ai donc dû chercher à créer artificiellement une situation analogue; voici comment j'y parviens : je remarque que deux aiguilles de *dimension* et de *masse* égales, ayant leur centre sur une même verticale, exercent deux actions identiques l'une sur l'autre; cette double action se manifeste par une égale

déviation de chacune des aiguilles à l'est et à l'ouest du méridien; la déviation diminue à mesure qu'on augmente la distance des aiguilles et cesse lorsque cette distance est assez grande pour que les deux aiguilles n'exercent plus d'action l'une sur l'autre : elles reprennent alors toutes deux la direction du méridien magnétique.

» Mais, si les masses des aiguilles sont différentes, les actions réciproques de l'une sur l'autre ne seront plus égales; cette inégalité d'action présente trois phases qui ont pour conséquence trois conditions bien distinctes d'équilibre des aiguilles :

» 1° Si la différence de *masse* des aiguilles, c'est-à-dire de leur *puissance magnétique,* en les supposant de *même acier* et aimantées à saturation, et la distance à laquelle elles sont placées, sont telles que l'action de la plus forte sur la plus faible atteigne ou dépasse le double de l'action terrestre sur cette dernière, toutes deux conserveront la *direction* du méridien, mais la plus faible sera complètement retournée.

» 2° Si la différence des *masses* et la distance des aiguilles sont telles que l'action de la plus forte soit supérieure à l'action du couple terrestre, mais moindre que le double de cette action, les deux aiguilles seront inégalement *déviées* du méridien en raison de l'action réciproque, mais inégale, qu'elles exercent l'une sur l'autre.

» 3° Si, enfin, l'action de la plus forte sur l'autre est moindre que l'action terrestre, toutes deux seront maintenues dans la *direction* du méridien magnétique; les deux aiguilles se comportent, en effet, l'une à l'égard de l'autre comme deux couples d'une intensité directrice inégale et tous deux de *direction contraire* à celle du couple terrestre et d'une moindre intensité; il s'établit, par suite, deux résultantes, *différentes comme intensité, mais non comme direction,* des actions du couple terrestre et du couple que chaque aiguille forme par rapport à l'autre; si j'appelle $+a$ l'intensité directrice du couple terrestre, $-m$ et $-n$ les intensités respectives des deux couples formés par les aiguilles, m et n étant *plus petits* que a, il est évident que les deux aiguilles conserveront la direction du méridien magnétique, laquelle leur sera donnée respectivement par *deux couples de même direction, mais d'intensité différente,* qui auront pour expression $a-m$ et $a-n$. Leur équilibre, dans la direction du méridien, sera d'autant plus *stable* que l'action de la plus forte aiguille sur la plus faible sera moindre.

» J'ai constaté expérimentalement qu'il était facile d'obtenir cette dernière relation entre deux aiguilles avec un éloignement vertical de quelques centimètres seulement, en sorte que les deux aiguilles recevront,

comme je l'ai dit plus haut, deux actions identiques du fait des forces *déviantes;* elles seront, en second lieu, à raison de l'*action différente, mais moindre que celle du couple terrestre* qu'elles exercent l'une sur l'autre, placées à l'égard d'une force déviante comme si l'action du couple terrestre s'exerçait inégalement sur elles : j'aurai donc ainsi créé artificiellement les relations que je me proposais d'obtenir.

» Mais, l'intensité de l'action horizontale de la Terre changeant avec les latitudes, il est impossible d'admettre la *constance* de la dernière relation; aussi me suis-je proposé de rendre la solution que je présente applicable aux trois phases ci-dessus indiquées, ce qui me permet, en outre, de rapprocher les aiguilles sans inconvénient.

» Je dois, d'abord, constater que, lorsque les deux aiguilles *seront* ou *auront été ramenées* dans la direction du méridien, elles n'exerceront plus l'une sur l'autre d'action *horizontale,* mais seulement une action *verticale* dont l'effet est détruit par leur suspension; mais lorsque, *par une cause quelconque,* elles prennent des directions différentes, il intervient deux *composantes horizontales* nouvelles du fait de l'action réciproque des deux aiguilles. Il est certain que, tant que cette double action horizontale subsistera, les deux aiguilles ne pourront avoir une même direction, et l'on démontre aisément qu'il en sera ainsi tant qu'elles ne seront pas dans la direction du méridien magnétique.

» Si je suppose, maintenant, l'intervention d'un ensemble de forces *déviantes,* les deux aiguilles seront sollicitées, *toutes deux,* par ces actions *déviantes* et par le couple terrestre, et *chacune* d'elles, en outre, par l'autre aiguille; leur direction sera donc différente, puisqu'elle sera, pour chacune d'elles, la direction de la résultante des actions de trois composantes, dont deux sont respectivement égales et la troisième différente.

» J'ai tiré de ces considérations la conséquence que, si je faisais intervenir un barreau aimanté, susceptible de faire une évolution horizontale entière autour de la verticale qui passe par le centre des deux aiguilles et exerçant, comme les forces *déviantes,* une *même* action sur toutes les deux, je rencontrerais forcément deux azimuts dans lesquels la résultante des actions des forces *déviantes* et du *barreau aimanté* occuperait la direction du méridien; les deux aiguilles, *ramenées* alors dans cette même direction, n'exerceraient plus l'une sur l'autre qu'une action *verticale* détruite par leur suspension et conserveraient, par suite, toutes deux, la direction du méridien magnétique.

» Je n'ai pas besoin d'ajouter que cette solution est générale si l'on se

place dans les deux autres relations, indiquées plus haut, des actions de la plus forte aiguille sur la plus faible; c'est-à-dire si cette action dépasse celle du couple terrestre ou même le double de celle du couple terrestre; il suffira d'augmenter la force du barreau, mais les deux aiguilles ne pourront *jamais* avoir *simultanément* la *même direction,* sous l'action de forces déviantes, qu'autant que ce sera celle du méridien.

» J'ai démontré mathématiquement ces diverses propositions, dans une Note déposée sous pli cacheté à l'Institut le 16 avril dernier, et j'ai fait construire sur ces données un compas de mer que M. le Ministre de la Marine a bien voulu soumettre à l'examen du Dépôt des Cartes et Plans.

» Le Comité hydrographique, après une étude à laquelle ont pris part M. le contre-amiral Dumas-Vence, MM. les commandants Gervais et Gaspari et MM. les ingénieurs-hydrographes Gaussin et Ch. Ploix, a transmis, le 27 juin dernier, à M. le Ministre de la Marine, le vœu émis par le Comité et tendant à ce que l'essai sollicité par moi, de mon compas, soit fait à bord d'un des bâtiments cuirassés de la flotte. »

CHIMIE. — *Sur la peptone de gélatine.* Note de M. P. TATARINOFF, présentée par M. Wurtz.

« Il y a plusieurs années, j'ai démontré (Thèse de Médecine, Moscou, 1876) que le produit de l'action des ferments digestifs sur la gélatine possède les mêmes propriétés générales que le corps qu'on obtient par l'action sur la gélatine des acides et des alcalis seuls, des ferments de putréfaction et de l'eau à une température élevée. On a donné à ce corps le nom de *gélatino-peptone.* Malheureusement, la composition centésimale et les caractères chimiques de cette peptone ne sont pas bien connus. Ainsi les chiffres que M. Nencki [1] a trouvés pour la gélatino-peptone pancréatique diffèrent complètement des nombres donnés par M. Hofmeister [2] qui a étudié et analysé les combinaisons métalliques de cette peptone obtenue par l'action de l'eau.

» J'ai repris dans ces derniers temps mon travail, et j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de mes recherches, dont les détails seront publiés plus tard.

» 1. J'ai cru nécessaire d'établir avant tout la composition du corps qu'on obtient par l'action du suc gastrique sur la gélatine. J'ai digéré la gé-

---

(1) *Jahresbericht der Thierchemie,* t. VI, 1876.
(2) *Zeitschrift für physiologische Chemie,* t. II; 1879.

latine pure avec le suc gastrique artificiel (HCl, 0,3 pour 100) à 40° C. La digestion étant terminée, on sature le liquide avec le carbonate de chaux et on le soumet à l'ébullition, après quoi on le filtre, on le concentre et on le précipite par l'alcool. Après vingt-quatre heures, on redissout le précipité dans l'eau froide et l'on soumet la solution filtrée à la dialyse, en ayant soin d'ajouter quelques gouttes d'acide chlorhydrique. On concentre un peu la solution de peptone ainsi purifiée et on la précipite de nouveau par l'alcool. Le corps ainsi obtenu ne contient que des traces de cendres. Voici les chiffres que j'ai trouvés dans deux expériences :

	I.	II.
C.	50,00	49,53
H.	7,26	7,00
Az.	17,57	17,69

» On voit par ces analyses que la gélatine, pendant sa transformation en peptone, n'éprouve pas de modifications profondes. On peut dire seulement, en comparant les chiffres de mes analyses avec la composition de la gélatine [1], que sous l'influence du suc gastrique les éléments de l'eau viennent se fixer sur la gélatine, comme c'est admis par la plupart des physiologistes pour la transformation analogue des matières albuminoïdes. Mais c'est à des recherches postérieures qu'il appartiendra de résoudre cette difficile question.

» 2. Dans ma thèse, j'ai démontré aussi qu'on arrive au même résultat avec l'acide chlorhydrique seul, sans pepsine, à la condition d'employer un temps plus long, ou une température plus élevée, ou une solution acide plus concentrée. Voici les nombres que j'ai trouvés (abstraction faite de cendres) pour le produit ainsi préparé :

C.	50,05
H.	7,33
Az.	17,69

C'est un corps identique au précédent.

» Je continue ces recherches [2]. »

---

[1] M. Mulder a trouvé, pour la colle d'os,

C.	50,40
H.	6,64
Az.	18,34

[2] Ce travail a été fait au Muséum d'Histoire naturelle, au laboratoire de Physiologie générale dirigé par le professeur Rouget.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles observations sur les tubercules et les racines de* Phylloglossum Drummondii *Kunze*. Note de M. **C.-Eg. Bertrand**, présentée par M. P. Duchartre.

« 1. *Les tubercules.* — Dans une précédente Note j'ai défini les rapports du nouveau tubercule de *Phylloglossum Drummondii* Kunze avec le pédicelle dans lequel il est enchâssé, bien qu'il soit d'origine *exogène*. Une section longitudinale du jeune tubercule passant par le canal de Braun et l'axe de figure du faisceau du pédicelle montre un point de végétation conique très largement et très obliquement inséré sur les parois de la chambre du bourgeon. Ce point de végétation, qui est le point de végétation du nouveau tubercule, consiste en une lame dermatogène *sans cellule apicale*, recouvrant une masse de méristème primitif à très petits éléments. Le dermatogène se continue directement avec l'épiderme de la chambre du bourgeon, et par suite avec l'épiderme du canal de Braun et, par l'orifice de celui-ci, avec l'épiderme de l'organe de Mettenius. Le méristème primitif se poursuit inférieurement avec une masse parenchymateuse sans faisceau dont les cellules sont gorgées d'amidon et de matières de réserve. Ce tissu de réserve s'insère par toute sa périphérie sur le tissu du pédicelle, qui forme dès lors une sorte de peau ou de revêtement au jeune tubercule. Dans cette région d'insertion, qui forme la majeure partie de la surface du tubercule, les tissus du pédicelle comprennent une lame superficielle de cellules épidermiques *courtes, à parois radiales minces,* et sous cet épiderme une lame de tissu fondamental primaire de deux à cinq rangées de cellules.

» Les cellules épidermiques et les cellules du tissu fondamental du pédicelle qui couvrent la partie inférieure du tubercule se cloisonnent activement tant que le jeune tubercule n'a pas pris toute sa croissance. Dans toute l'étendue de la région d'insertion du tubercule sur son pédicelle le tissu fondamental est dépourvu de faisceau. Par suite de l'obliquité de cette insertion le diaphragme du pédicelle s'éteint d'abord en arrière. Les derniers éléments de ce diaphragme consistaient en grosses trachées globuleuses courtes et en grosses cellules libériennes courtes, qu'il est parfois difficile de distinguer des éléments du tissu fondamental. C'est immédiatement au-dessous de la terminaison du prolongement antérieur du diaphragme du pédicelle qu'on trouve, quand il existe, le pore accidentel qui fait communiquer parfois la chambre du bourgeon avec l'extérieur.

» 2. Ultérieurement le point de végétation inférieur du tissu du pédicelle s'éteint. Ce point n'avait pas de cellule apicale. Les cloisons radiales

des cellules épidermiques prennent les cadres d'épaississement si caractéristiques de l'épiderme du pédicelle [1]. Les cellules sous-jacentes et celles du tissu de réserve prennent la configuration et les ornementations des éléments du tissu fondamental primaire. Les cellules du tubercule sont toujours néanmoins nettement distinctes de celles du pédicelle. Le tubercule adulte est formé. Plus tard, à la reprise de la végétation, le cône végétatif du tubercule s'allonge, déchire les parois de la chambre du bourgeon et donne le nouveau corps de la plante qui surgit ainsi au centre d'une collerette de débris appartenant à l'ancien pédicelle. Les éléments du vieux tubercule sont vides. Le nouveau tubercule étant entièrement dépourvu de faisceaux, l'ancien tubercule en est également dépourvu. En dehors des faisceaux des *racines*, il n'y a pas de faisceaux dans la plante au-dessous des diaphragmes d'insertion des frondes inférieures.

» Des descriptions que je viens de donner du pédicelle du nouveau tubercule et des tubercules, on peut conclure que *rien dans la structure et dans les rapports de ces parties ne rappelle la structure et les rapports d'une racine et surtout d'une racine d'*Ophioglossum vulgatum, *d'*O. lusitanicum, etc. Il n'est donc pas permis d'homologuer le pédicelle du nouveau tubercule de *Phylloglossum Drummondii* à une racine bourgeonnante d'*Ophioglossum vulgatum*. La double inexactitude que renferme cette homologation n'a pas échappé à la sagacité de Mettenius et de Braun.

» 3. *Racines.* — Les racines de *Phylloglossum* naissent sous les frondes inférieures. Elles sont d'origine *endogène;* leur unique faisceau *bicentre, axial,* s'insère sous les diaphragmes des frondes inférieures. Ces racines ne se ramifient pas. Elles sont fort inégales. Leur nombre est des plus variables. Une d'elles est ordinairement plus grosses que les autres.

» Une section transversale d'ensemble d'une racine de *Phylloglossum* revivifiée est régulièrement circulaire ou légèrement elliptique. Elle montre : 1° un faisceau bicentre, *complet, régulièrement développé,* dont le centre coïncide avec le centre de figure de la section; 2° autour du faisceau une gaine protectrice; 3° une couche de liège intérieur (parenchyme cortical centrifuge des auteurs), dont les rangées superficielles sont dissociées radialement en trabécules ou cordons qui vont de la gaine protectrice à la zone superficielle des tissus de la racine : ces cordons maintiennent le faisceau et sa gaine dans l'axe de la figure de la racine; 4° une enveloppe de tissus superficiels comprenant une assise pilifère externe et une zone pro-

---

[1] Certaines de ces cellules épidermiques peuvent émettre des poils absorbants. D'autres, très exceptionnellement, donnent des stomates atrophiés.

fonde de trois à cinq rangées de cellules de tissu fondamental secondaire.

» Le faisceau présente *deux masses ligneuses cunéiformes* diamétralement opposées. Le plan de ces deux masses ligneuses est horizontal. Chaque masse ligneuse comprend une dizaine de trachées ou de vaisseaux annelés dont *les plus grêles sont les plus extérieurs*. Dans la majorité des racines que j'ai étudiées, les deux masses ligneuses étaient distinctes, séparées l'une de l'autre par des fibres primitives. Les cellules grillagées forment deux amas en croix avec le bois. Une couche péricambiale, formée de fibres primitives, isole le reste du faisceau de la gaine protectrice. *Le faisceau des racines de* Phylloglossum *ne présente donc ni atrophie, ni courbure, ni déplacement*. La gaine protectrice est formée de grosses cellules allongées dont les cadres d'épaississement sont peu visibles. Le liège extérieur a de sept à dix rangées de cellules disposées en séries radiales et circulaires; les éléments des rangées profondes demeurent contigus, ceux des rangées externes se dissocient radialement. Les éléments du liège intérieur et du tissu fondamental secondaire diffèrent complètement des cellules du tissu fondamental primaire. L'assise pilifère consiste en grandes cellules allongées, à parois radiales minces *sans cadres d'épaississements sur leurs cloisons radiales*. Ordinairement, à l'extrémité de chaque cellule s'est détaché un petit segment qui produit un long poil simple, terminé par une extrémité épatée. Comme les cellules de l'assise pilifère ont sensiblement la même longueur, les poils radicaux sont insérés par groupes à la même hauteur. Il y a là une sorte de localisation des poils. Antérieurement, la racine des *Phylloglossum* présente un cône végétatif dont la structure est celle du cône végétatif des petites racines de *Marsilia*, de *Pilularia*. Je crois qu'il n'y a qu'une seule cellule apicale tétraédrique jouant le rôle d'initiale commune. La pilorhize peu épaisse se détruit par la dissociation de ses éléments.

» Cette description des racines de *Phylloglossum Drummondii* confirme et complète mes descriptions antérieures et les conclusions que j'en ai tirées [1]. »

---

[1] Les bonnes coupes de racines de *Phylloglossum* sont difficiles à obtenir. La rupture de quelques-uns de leurs trabécules provoque généralement le déplacement de leur faisceau qui est rejeté contre la paroi de la lacune. Cette position excentrique, *mais accidentelle, du faisceau* a fait dire à Mettenius que la racine de *Phylloglossum* ressemblait à la racine d'*Isoëtes*. C'est probablement ce passage du Mémoire de Mettenius qui a conduit M. Ph. van Tieghem à attribuer aux racines de *Phylloglossum* la structure des racines d'*Ophioglossum vulgatum* et à voir dans cette communauté d'anomalie la justification de l'opinion de Kunze qui regardait le *Phylloglossum* comme un type intermédiaire entre l'*Ophioglossum Bergianum* d'une part et les Lycopodes d'autre part.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *De l'influence de la pression extérieure sur l'absorption de l'eau par les racines.* Note de M. J. Vesque, présentée par M. Duchartre.

« Le but de ce travail, qui sera bientôt publié *in extenso,* était de rechercher quelle part revient, dans l'absorption de l'eau par les racines, à la pression extérieure, c'est-à-dire, dans les conditions ordinaires, à la pression atmosphérique. Si l'eau se meut dans la plante uniquement par l'imbibition des parois cellulaires du bois, la pression extérieure doit rester sans influence. Mais les partisans mêmes de la théorie de M. Bœhm ne sont pas d'accord sur le rôle de la pression atmosphérique : tandis que M. Bœhm la considère comme le principal, sinon l'unique agent de la pénétration de l'eau, M. R. Hartig croit que l'osmose seule suffit pour fournir à la plante l'eau qu'elle perd par transpiration.

» L'appareil dont je me suis servi se réduit, en substance, à un petit vase plein d'eau, dans lequel la tige de la plante est hermétiquement mastiquée et qui se termine à la partie inférieure par un tube horizontal, de petit diamètre, calibré et divisé en fractions de volume égal. Un index de mercure qu'on introduit dans ce tube se déplace à mesure que la plante absorbe de l'eau; la quantité absorbée par minute est facilement évaluée, grâce à l'échelle volumétrique. L'extrémité libre du tube gradué étant en communication, par un tube de caoutchouc, avec un vase rempli d'eau et qu'on peut fixer à des hauteurs variables, on est en mesure d'ajouter à la pression atmosphérique ou d'en retrancher une colonne d'eau déterminée.

» Mes expériences ont porté sur deux plantes, l'une ligneuse, le Laurier-rose, l'autre herbacée, la Fève.

» Le Laurier rose m'a donné des résultats si sensibles que la force, traduite en pression, qui fait pénétrer l'eau dans les racines, ne doit être que bien faible ; en effet, un surcroît de pression de quelques centimètres d'eau augmente notablement la quantité d'eau absorbée.

» Si l'on veut bien me permettre de juger du phénomène au point de vue de la théorie de Bœhm, les deux forces qui concourent à l'absorption de l'eau sont l'osmose et la différence de pression entre l'air contenu dans le bois et l'atmosphère. Or l'osmose tendant toujours à remplir d'eau les éléments actifs du bois, par conséquent à augmenter la pression de l'air qu'ils contiennent et à diminuer la différence entre la pression

de l'air extérieur et de l'air intérieur, ces deux forces se réduisent en définitive à une seule exprimée par cette différence de pression.

» Il paraît probable que la quantité d'eau qui pénètre dans la plante est proportionnelle à la pression, toutes choses étant égales d'ailleurs.

» Si cela est vrai, nous aurons, H étant la pression atmosphérique, p et p' les pressions ajoutées artificiellement à H, h la pression de l'air contenu dans les éléments du bois actif, a et b respectivement les quantités d'eau absorbées pendant l'unité de temps,

$$\frac{H + p - h}{H + p' - h} = \frac{a}{b},$$

d'où

$$h = \frac{(a - b)H + ap' - bp}{a - b}.$$

» En faisant agir les pressions extérieures de $H + 53^{cm}$ et de $H + 12^{cm}$, j'ai obtenu respectivement des absorptions de 1,00 et de 0,40 par minute.

» On aura donc, en exprimant H en centimètres d'eau,

$$h = \frac{60 \times 1034 + 100 \times 12 - 40 \times 53}{60} = 1019 = H - 15^{cm}.$$

» En appliquant les pressions de H + 53 et de $H + 19^{cm}$, on a observé les absorptions de 1,00 et de 0,49 par minute, ce qui donne de la même manière pour h,

$$h = 1020 = H - 14.$$

» Il est donc clair que la pression de l'air compris dans les éléments ligneux de la base de la plante est voisine de la pression atmosphérique, et ordinairement inférieure à cette pression d'une faible colonne d'eau.

» Des expériences multipliées m'ont prouvé, d'ailleurs, qu'elle est très variable et qu'elle peut, dans certains cas, quoique rarement, dépasser la pression atmosphérique.

» Voici en résumé les conclusions de ce travail :

» 1. L'absorption de l'eau par les racines du Laurier-rose dépend de la pression extérieure; elle paraît augmenter proportionnellement à la différence entre la pression extérieure et la pression de l'air contenu dans le corps ligneux des racines.

» 2. L'osmose ne paraît pas toujours être bien active; car, en diminuant la pression atmosphérique d'environ 60^{cm} d'eau, on parvient à arrêter l'absorption.

» 3. Dans les conditions où j'ai opéré, la pression de l'air intérieur n'est pas très éloignée de celle de l'atmosphère. Elle lui est ordinairement inférieure de 0^{cm} à 9^{cm} de mercure; on n'a observé qu'un seul cas d'une pression intérieure dépassant celle de l'atmosphère de 1^{cm} de mercure.

» 4. L'effet de la pression sur le Laurier-rose est assez sensible pour qu'un brusque changement de la pression barométrique porte un trouble notable dans l'absorption de l'eau par les racines.

» 5. La Fève (plante herbacée) est beaucoup moins influencée par la pression extérieure, sous le rapport de l'absorption de l'eau par les racines, que le Laurier-rose (plante ligneuse). Cette influence existe cependant, mais elle passe ordinairement inaperçue au milieu des fluctuations causées par les variations de la transpiration ou par d'autres causes secondaires. »

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 septembre 1883.

Rapport sur les travaux du Conseil central de salubrité et des Conseils d'arrondissement du département du Nord, pendant l'année 1882, présenté à M. le Préfet du Nord; par M. le Dr J. Arnould, secrétaire général; n° XLI. Lille, imp. Danel, 1883; in-8°.

Trois savants illustres, N. Kopernik, J. Kepler, J. Newton, leur vie et leurs œuvres; par M. Lion. Paris, 45, rue des Saints-Pères, 1883; in-8°.

Notes scientifiques extraites des « Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris »; par P. Mansion; janvier 1880 à juin 1883. Bruxelles, A. Vromant, 1883; in-8°.

Émile Rivière. *Prothèse chirurgicale chez les anciens, une jambe de bois à l'époque gallo-romaine.* Paris, imp. Chaix, 1883; opuscule in-8°.

Sur un moyen de constater par enregistrement continu les petits mouvements

de l'écorce terrestre; par M. B. DE CHANCOURTOIS. Paris, imp. Gauthier-Villars, 1883; 3 pages in-4°.

Preuve mathématique de l'existence de Dieu; par J. LASSIE. Paris, imp. L. Hugonis, 1883; in-4°.

Linear associative Algebra; by R. PEIRCE. New-York; D. Van Nostrand, 1882; in-4° relié.

Studies in logic by members of the Johns Hopkins University. Boston, Little, Brown and C°, 1883; in-12 relié.

Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; XXII-XXXVIII, 10 mai-26 juillet 1883. Berlin, 1883, 11 liv. gr. in-8°.

Le oscillazioni lente del suolo o bradisismi, saggio di Geologia storica, per A. ISSEL. Genova, tipogr. del R. Istituto de' sordo-muti, 1883; gr. in-8°.

Alcune osservazioni sul terremoto avvenuto all' isola d'Ischia il 28 *luglio* 1883 *dell' Ing.* L. BALDACCI. Roma, Tipogr. nazionale, 1883; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er OCTOBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Sur les soulèvements et affaissements lents du sol;* par M. Faye.

« Notre Confrère M. Daubrée a présenté dernièrement à l'Académie, avec des éloges bien mérités et qui, venant de lui, ont une grande portée, le livre que M. le professeur A. Issel, de Gênes, vient de publier sous le titre *Le oscillazioni lente del suolo*. Il s'agit, on le voit, du problème fondamental de la Géologie, car ces oscillations du sol, qui se produisent sous nos yeux, sont la suite de celles qui, dans le passé, ont fait naître les chaînes de montagnes.

» Mais c'est aussi une grande question de Géodésie, car les mêmes actions ont déformé notre planète et lui ont donné la figure extérieure fort singulière qu'elle possède actuellement. C'est uniquement comme géodésien que j'oserai émettre un avis sur ces grandes questions. A tous les points de vue, les conclusions du savant italien ont une certaine gravité dont l'Académie sera frappée :

« Ceux qui admettent l'existence d'un noyau en fusion à une température élevée sous la croûte terrestre attribuent, en général, au refroidissement et à la contraction du noyau l'origine des montagnes. Telle est l'opinion soutenue au commencement de ce siècle, par

Élie de Beaumont, Cordier, Omalius d'Halloy et beaucoup d'autres. De nos jours, des Géologues autorisés, tels que Heim, Suess, de Lapparent, rattachent au refroidissement progressif du globe la cause première du soulèvement des montagnes, tandis que ceux qui nient l'incandescence originelle ont adopté des hypothèses diverses. On voit par là combien varient les opinions sur le mécanisme et la modalité des soulèvements orographiques. Si je me proposais d'épuiser la question, je devrais discuter ici la doctrine bien connue d'Élie de Beaumont; mais, comme cette doctrine me paraît condamnée sans appel, et comme une telle discussion ne saurait avoir place dans cette revue rapide, je préfère passer outre. »

» L'auteur me paraît sacrifier bien vite une grande et belle idée qui a paru vraie, en principe, à tous nos Géologues. Cette idée de Fourier, de Cordier, d'Élie de Beaumont, du refroidissement progressif d'une Terre primitivement à l'état de fusion ignée sert aussi de base à nos théories géodésiques, et nous ne sommes pas disposés à l'abandonner. Elle ne saurait avoir échoué en Géologie que par l'effet d'une application incomplète ou fautive.

» Je désire d'abord constater que, en dehors de cette idée, l'auteur et ceux dont il expose l'opinion n'ont pas réussi à donner une théorie quelconque des grands phénomènes géologiques. Voici en effet la conclusion finale du savant italien :

« Il suit de ce qui précède que l'origine des *bradisismi regionali* doit se rattacher à la haute température et à l'état de fluidité ignée qui règne (uniformément ou non, nous l'ignorons) au-dessous de la croûte terrestre. Lorsqu'on connaîtra l'état physique et les conditions thermiques des matériaux qui occupent les régions intérieures de la planète, on sera en état de décider si le refroidissement, le dégagement des vapeurs ou des gaz, l'interposition de masses rocheuses à l'état de fusion, sont capables de concourir à la production de ces phénomènes.

» Il résulte pourtant dès aujourd'hui de ces recherches que les plus étroits rapports unissent entre eux les tremblements de terre et les éruptions volcaniques aux oscillations lentes régionales, en sorte qu'on est porté à considérer tous ces phénomènes comme des manifestations d'une même cause qui a son siège à l'intérieur de la Terre. »

» Ainsi, sur cette question fondamentale, nos Géologues ont émis une grande idée qui n'a pas abouti complètement : les autres n'ont aucune solution valable. Cela tient à ce que la question n'est pas purement géologique. Considérez, en effet, le point de départ de ces actions et le résultat singulier qu'elles ont amené. Au commencement, lorsque la planète était tout entière à l'état de fluidité ignée, sa figure extérieure, coïncidant cette fois avec sa figure mathématique, était celle d'un ellipsoïde de révolution aplati aux pôles et tournant autour de son petit axe; la pesanteur devait y varier, à la surface et de l'équateur aux pôles, suivant la loi de Clairaut. Aujourd'hui,

après que les oscillations lentes du sol ont agi pendant des millions d'années, le globe bosselé, déformé, présente sur tout un hémisphère une accumulation de continents émergés, et sur l'autre une croûte solide profondément déprimée en général et recouverte par des eaux dont le niveau est loin d'atteindre celui des terres visibles, et pourtant, en dépit de ces déformations si frappantes et de l'altération des contours visibles, la figure mathématique de la Terre est restée un ellipsoïde de révolution presque parfait, comme au commencement; ce globe n'a pas cessé de tourner d'une manière stable autour de son petit axe; la variation de la pesanteur de l'équateur aux pôles n'a pas subi la plus légère modification.

» Il faut donc que les forces qui ont produit, dans la suite des âges, les déformations du globe primitif, et qui produisent aujourd'hui encore les lentes oscillations géologiques du sol, aient été soumises à des conditions bien particulières qui peuvent ne pas se retrouver sur d'autres astres. Ces conditions doivent servir à définir ces forces. Je les ai formulées, il y a quelques années [1], de la manière suivante :

» Dès l'origine, depuis des millions d'années, le refroidissement et la solidification de la croûte terrestre vont plus vite et plus profondément sous les mers que sous les continents.

» Cette proposition n'a rien d'hypothétique : elle aurait pu être déduite, il y a cinquante ans, des sondages thermométriques que les marins de la frégate *la Vénus* ont exécutés dans les mers profondes (en communication avec les pôles) à la demande de l'Académie. Ces sondages ont été répétés dans ces derniers temps par différents navigateurs avec les mêmes résultats.

» De cette proposition, qui résume une série de faits généraux parfaitement acquis, il résulte que l'épaisseur de la croûte terrestre solidifiée sous les mers est beaucoup plus grande que celle de la croûte continentale. Par conséquent aussi la masse fluide intérieure est soumise à une pression plus grande sous les mers que sous les continents; et comme cet excès de pression se propage en tous sens, plus ou moins rapidement, dans une masse fluide, la croûte continentale peu épaisse doit céder à la pression qui s'exerce sur elle de bas en haut et être en voie d'exhaussement continu, tandis que la croûte sous-marine, de plus en plus épaissie, s'affaisse avec une lenteur extrême.

» Grâce aux lignes de retrait ou aux fissures de la croûte primitive, l'é-

---

(1) *Comptes rendus, Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1881, *Cours d'Astronomie et de Géodésie de l'École Polytechnique,* t. I, p. 203 et suiv.

corce terrestre se trouve divisée en grands segments distribués autour du globe avec une symétrie grossière, comme on en peut juger par la distribution des terres émergées. Le double mouvement que nous venons de décrire ne produira donc pas un effet semblable à ce qui aurait lieu pour une sphère de caoutchouc continue dont les trois quarts de la surface seraient plus comprimés que le dernier quart. Il se traduira extérieurement par un jeu de bascule dans ces divers segments et, comme ceux-ci ne sont pas trop irrégulièrement disposés, comme les mouvements produits n'ont qu'une amplitude faible par rapport aux dimensions de la Terre, et que les masses déplacées sont plus petites encore par rapport à la masse totale, comme enfin il y a une remarquable compensation entre les quantités de matière distribuées suivant les différents rayons, les inégalités produites, les hautes saillies montagneuses, les profondes vallées maritimes, ont pu se former sans altérer sensiblement, pour nos instruments du moins, ni la figure mathématique des couches de niveau, ni la rotation, ni la pesanteur superficielle.

» Cette théorie géodésique, dont un géologue seul pourrait développer toutes les conséquences, laisse entièrement de côté les phénomènes volcaniques que M. Issel a cru devoir rattacher, au contraire, aux mouvements lents du sol. Ce sont en effet de simples épiphénomènes dus à une cause très différente, bien qu'ils produisent aussi des oscillations du sol et des déplacements de matériaux. Mais ces oscillations sont brusques, passagères et locales, les matériaux déplacés sont presque insignifiants, et les expériences décisives de M. Daubrée permettent à la fois de remonter à leur vraie cause et de saisir le lien qui les rattache *indirectement* aux grands phénomènes géologiques. Sous l'influence des mouvements de bascule des segments de l'écorce terrestre, l'eau des mers pénètre ici ou là, par des méats probablement presque capillaires, jusqu'aux portions sous-jacentes de la masse ignée intérieure; sous l'influence de la pression et de la chaleur elle fait subir à ces couches, à l'état pâteux ou liquide, un véritable métamorphisme. Alors se forment localement, de temps à autre, au-dessous des lignes de fracture, des amas d'ailleurs restreints et temporaires de laves foisonnantes, presque explosives, qui donnent naissance à des éruptions violentes lorsqu'elles trouvent une issue dans les couches plus ou moins attaquées de l'écorce terrestre.

» Ainsi cette théorie doit être débarrassée de la volcanicité. Il se présente immédiatement à l'esprit une vérification puisée dans les phénomènes géologiques actuels. Comme le refroidissement du globe progresse

sans cesse, aujourd'hui encore, il faut que le fond des mers continue sous nos yeux à s'affaisser lentement et le sol des continents à s'exhausser, préparant ainsi les modifications peut-être considérables de l'avenir. Eh bien, la belle carte de M. Issel montre du premier coup d'œil qu'effectivement les choses se passent ainsi sur tout le globe terrestre. On y voit des signes d'affaissement sur les océans et un exhaussement général des surfaces continentales, sauf en quelques localités restreintes.

» Je ne pouvais pas désirer une vérification plus frappante.

» Ajoutons que, par l'ancienne division de l'écorce terrestre en lignes de retrait ou en fissures sur lesquelles s'élèvent les chaînes de montagnes et s'alignent les volcans, les mouvements lents que nous venons de décrire ont dû déterminer des jeux de bascule assez compliqués. Il est donc naturel de trouver, sur la carte de M. Issel, quelques affaissements le long des continents et quelques exhaussements au sein du Pacifique, dont le fond n'a certes pas constitué un bassin tout d'une pièce. Mais cette étude délicate n'est pas de mon ressort. Je me bornerai à soumettre au savant italien une correction de détail relative à la Hollande, que je vois marquée en bleu sur sa carte. Les renseignements qui lui ont été transmis à ce sujet par un professeur de Leyde, feu M. de Baumhauer, tendaient effectivement à faire considérer la Hollande comme étant en voie d'affaissement. Mais on ne considérait pas, en Hollande, la chose comme prouvée, et l'on attendait en particulier le résultat des calculs relatifs aux marégraphes d'Amsterdam. Ces calculs, dont tous les éléments ont été remis au savant directeur de l'Observatoire de Leyde, M. Van de Sande Bakhuyzen, sont achevés aujourd'hui. Je lui ai demandé des renseignements sur la réalité des faits invoqués jusqu'ici pour établir l'affaissement, à savoir la formation du Zuyderzée, l'invasion par la mer d'édifices construits par les Romains, l'obligation où l'on serait aujourd'hui de recourir aux machines pour épuiser les polders, etc. Voici sa réponse :

« J'ai communiqué vos questions à mon ami le Dr Pleyte, conservateur du Musée archéologique, qui, mieux que personne, connaît l'histoire de notre pays. Voici ce qu'il m'a écrit :

» Le lac Flevo ou Flevus des anciens était un des petits lacs formés par la branche principale du Rhin, le Flevus qui traversait la Veluwe entre les provinces d'Utrecht et de Gueldre.

» Le Flevus se séparait du Rhin près de Wageningen, parcourait la vallée du Grebbe, gagnait celle de l'Ems, se jetait dans le lac Flevus, en sortait près de Stavoren et tombait dans la mer entre Vlieland et Terschelling.

» Le Zuyderzée a été formé par une catastrophe qui a enlevé les terrains marécageux qui entouraient le lac *Flevus* ou qui se trouvaient sur les bords de courants d'eau dans le voisi-

nage. Cependant les terrains n'ont pas été envahis tout à coup [1]; en 1400, par exemple, on pouvait encore passer à pied de la Frise à Texel; le passage du *Fli* ou Flevus se trouvait près de Cornwest.

» Il est fort probable, plutôt certain, que nos dunes se sont déplacées, envahissant notre pays depuis des siècles.

» Au commencement de notre ère, les Romains bâtirent leurs châteaux aux embouchures des rivières, à l'embouchure de l'Escaut sur l'île de Walcheren, à l'embouchure de la Meuse sur l'île Goedereede, à l'embouchure du Rhin près de Katwijk, sur les bords du Flevus, etc.

» A présent ces châteaux gisent en pleine mer, à une distance d'environ dix minutes des dunes actuelles; parfois on en a vu les restes pendant des marées très basses. Il est fort probable qu'au commencement de notre ère les dunes se trouvaient au delà de ces vieux bâtiments. L'administration actuelle des dunes s'efforce de maintenir une végétation sur ces remparts contre la mer, et l'on croit qu'on réussira à les retenir en place. Si l'on ne faisait pas ces efforts, les fondements de l'église et des maisons à Scheweningue, par exemple, se trouveraient probablement, après une dizaine de siècles, aussi dans la mer, de la même manière que les fondements de ces anciens châteaux, sans que le terrain se fût affaissé.

» Quant à l'évacuation des eaux des polders, elle se fait encore en partie sans le secours des machines, à marée basse; mais, en général, on préfère établir des machines, parce que alors on peut évacuer les eaux d'une manière plus complète. Une grande partie des polders étaient auparavant des tourbières où l'on a enlevé la tourbe; il est naturel que le terrain sous-jacent soit à présent, en général, au-dessous de la basse marée, mais on n'en peut pas conclure que le sol s'est affaissé.

» L'affaissement général de notre sol est donc *fort peu probable;* mais il se peut qu'en quelques contrées des terrains marécageux, des tourbières et aussi les terrains argileux dont le sous-sol est formé par les tourbières se soient affaissés un peu.

» D'après les repères qui se trouvent à Amsterdam, dans plusieurs ponts, et qui y ont été établis à la fin du XVIIe siècle pour indiquer la hauteur des moyennes hautes eaux (*Amsterdamsche peil*), je puis conclure que, dans les deux derniers siècles, le sol de cette ville ne s'est pas affaissé d'un centimètre. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'insuffisance des relevés statistiques des tremblements de terre pour en tirer des prédictions.* Note de M. DAUBRÉE.

« Tout en m'associant aux observations qu'a émises récemment mon savant Confrère et ami M. Faye, sur les prédictions des tremblements de terre [2], je crois devoir leur ajouter une remarque sur l'insuffisance des relevés statistiques des tremblements de terre pour en tirer des prédictions.

---

(1) C'est la seule circonstance qui pourrait être citée à l'appui d'un affaissement progressif. H. F.

(2) Voir *Comptes rendus* du 10 septembre 1883, t. XCVII, p. 617.

» Les prédictions de M. Delauney reposent, on se le rappelle, sur les tremblements de terre nombreux que l'auteur a trouvés signalés entre les années 1751 et 1850 et qui, d'après des laborieux rapprochements, se répartiraient nettement, quant au temps, en quatre groupes principaux.

» Des recherches très prolongées ont été faites pour établir des relevés chronologiques des tremblements de terre qui, depuis longtemps, ont affecté des contrées diverses. En France, nous possédons sur ce sujet de précieux travaux, dus à la persévérance et au dévouement infatigable de M. Alexis Perrey. De son côté, en Angleterre, M. Robert Mallet a fait des recherches très instructives.

» Ces études, ainsi que des monographies spéciales relatives à diverses contrées, telles que l'Italie, la Suisse, la Havane, le Japon, ont un grand intérêt et l'on doit en être reconnaissant à ceux qui les poursuivent. Elles fournissent des données utiles, en fixant avec précision les caractères des tremblements de terre.

» On sait que des mouvements de faible intensité se font sentir chaque jour en bien des points du globe. Mais, lors même qu'on se borne à considérer les secousses violentes, de tels relevés sont nécessairement très incomplets, quelles que soient l'attention et la conscience de leurs auteurs.

» Il ne faut pas oublier, en effet, que notre Europe, sur laquelle nous sommes passablement renseignés, ne forme pas les $\frac{20}{1000}$ de la surface du globe; que de vastes parties des autres continents peuvent être ébranlées, à notre insu; enfin que l'Océan, qui couvre les trois quarts du globe et qui est parsemé ou bordé des principaux groupes volcaniques, doit lui-même être le siège de tremblements de terre très nombreux et très fréquents, presque toujours inaperçus, à cause de l'épaisseur d'eau superposée, de plusieurs kilomètres.

» Ainsi, bien loin de ce qui arrive en présence de données astronomiques, on est incapable de tirer, des relevés chronologiques des tremblements de terre, une base pour des recherches exactes de statistique, ni par conséquent des lois générales de répartition chronologique de ces phénomènes pour l'ensemble de la surface du globe.

» C'est à peu près comme si l'on prétendait établir un relevé des chutes de météorites qui arrivent chaque année sur notre planète, et dont certainement plus des $\frac{99}{100}$ nous restent inconnues. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* (1).
Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« *Séparation d'avec l'acide tantalique.* — Quand le Ta^2O^5 gallifère n'a pas été fortement calciné, on peut l'obtenir à l'état de combinaison soluble en le fondant avec du bisulfate d'ammoniaque et traitant par l'eau la masse refroidie. Dans le cas contraire, on attaque par le bisulfate de potasse au rouge et l'on reprend par l'eau qui abandonne, sous forme insoluble, presque tout le Ta^2O^5 ; celui-ci est alors fondu avec du bisulfate d'ammoniaque.

» J'ai examiné les cinq procédés suivants :

» 1° La solution sulfurique est étendue d'eau et bouillie; le précipité contient l'acide tantalique et seulement une très petite quantité de gallium, qu'on élimine en reprenant le Ta^2O^5 par le bisulfate d'ammoniaque et précipitant de nouveau, en faisant bouillir la solution étendue. Deux ou trois opérations semblables snffisent ordinairement pour éliminer tout le gallium. Mais, comme les liqueurs sulfuriques ébullitionnées sont très acides, des traces sensibles de Ta^2O^5 échappent à la précipitation. Après filtration, il faut donc neutraliser partiellement les liqueurs (avec un alcali quelconque), en ne leur laissant qu'une acidité très modérée, et faire de nouveau bouillir. La petite quantité de Ta^2O^5, riche en gallium, qu'on recueille ainsi est traitée à part; on en extrait le Ga^2O^3 au moyen de plusieurs fusions successives avec le bisulfate d'ammoniaque, suivies d'ébullition des solutions peu acides.

» 2° La matière, fortement calcinée ou non, est fondue au rouge avec du bisulfate de potasse, puis reprise par l'eau bouillante qui dissout le sel de gallium et laisse le Ta^2O^5 à l'état de composé insoluble. Trois opérations semblables sont nécessaires pour priver le précipité tantalique de tout le gallium, mais les liqueurs filtrées retiennent quelques faibles traces (2) de Ta^2O^5, qu'on retrouve en faisant bouillir après quasi-neutralisation et traitant le précipité ainsi qu'il vient d'être dit au paragraphe précédent.

» 3° Surtout lorsque la proportion de galline est faible, on peut mettre

(1) *Comptes rendus*, p. 623, septembre 1883.

(2) Les traces de Ta^2O^5 retenues dans la solution acide du bisulfate de potasse sont beaucoup plus faibles que celles qui se trouvent dans la liqueur du procédé n° 1 provenant de l'attaque au bisulfate d'ammoniaque.

à profit la notable solubilité de cet oxyde dans l'ammoniaque. La solution tantalico-gallique limpide est versée dans un grand excès d'ammoniaque étendue; on filtre après agitations répétées. Le précipité renfermant l'acide tantalique retient plus ou moins de gallium; il est donc repris par le bisulfate d'ammoniaque et reformé par l'ammoniaque. Trois ou quatre opérations successives permettent ordinairement d'enlever les dernières traces de gallium.

» 4° La solution sulfurique est additionnée d'acide tartrique (¹) et d'un sel de manganèse, puis sursaturée par AzH^3. Le sulfure ammonique produit dans cette liqueur un précipité de MnS qui entraîne le gallium et ne retient que fort peu de Ta^2O^5. On lave très complètement le MnS et l'on en retire le gallium par les procédés connus (*Comptes rendus*, juin 1882, p. 1626). La présente méthode convient surtout à la recherche de faibles quantités de Ga^2O^3 mêlées à beaucoup de Ta^2O^5.

» Il ne faut pas attendre trop longtemps avant de recueillir le MnS sur un filtre, car au bout de un à trois jours le Ta^2O^5 se dépose spontanément et se trouve dès lors dans le précipité.

» 5° On traite par H^2S la solution sulfurique préalablement additionnée d'acide tartrique, d'acide arsénieux et d'un excès d'acétate acide d'ammoniaque. Si la liqueur est trouble, on l'éclaircit en la chauffant un peu avant d'y faire passer H^2S. Il paraît ne rester que peu ou point de Ta^2O^5 dans le As^2S^3 gallifère. Cette méthode convient surtout à la recherche de faibles quantités de Ga^2O^3 perdues dans beaucoup de Ta^2O^5.

» *Séparation d'avec l'acide niobique.* — Le Nb^2O^5 est plus facilement attaqué que le Ta^2O^5 par la fusion avec le bisulfate d'ammoniaque; on n'a donc guère besoin de recourir à l'action du bisulfate de potasse au rouge pour l'obtenir en solution.

» Les cinq méthodes suivantes ont été étudiées :

» 1° On précipite le Nb^2O^5 par ébullition de la solution sulfurique étendue en suivant exactement la marche du procédé n° 1 indiqué plus haut pour la séparation de Ga^2O^3 et Ta^2O^5. Bien que la précipitation du Nb^2O^5 paraisse être un peu plus complète que celle du Ta^2O^5 dans des liqueurs de même acidité, il faut cependant neutraliser partiellement les solutions niobiques si l'on veut en retirer tout le Nb^2O^5.

(¹) Au besoin, on chaufferait légèrement après l'addition d'acide tartrique, afin d'éclaircir la liqueur, qu'on filtrerait toutefois si elle était encore un peu trouble.

» 2° La matière est attaquée au rouge par le bisulfate de potasse; on traite ensuite comme il a été dit pour le procédé n° 2 du Ta^2O^5.

» 3° On entraîne le gallium par le MnS en prenant les précautions décrites dans le procédé n° 4, indiqué pour la séparation de Ga^2O^3 et Ta^2O^5. La limpidité de la solution tartrique ammoniacale est plus facile à obtenir avec Nb^2O^5 que dans le cas du Ta^2O^5. De même que le Ta^2O^5, le Nb^2O^5 se dépose spontanément après quelques jours; il faut donc filtrer aussitôt que le MnS s'est rassemblé.

» 4° La séparation de Ga^2O^3 et Nb^2O^5 s'obtient très convenablement en traitant par H^2S la solution sulfurique préalablement additionnée d'acide tartrique, d'acide arsénieux et d'un excès d'acétate acide d'ammoniaque. Si la liqueur est trouble, on l'éclaircit en la chauffant un peu avant d'y faire passer l'hydrogène sulfuré. Il paraît ne rester que peu ou point de Nb^2O^5 dans le As^2S^3 gallifère. Cette méthode convient surtout à la recherche de faibles quantités de Ga^2O^3 perdues dans beaucoup de Nb^2O^5.

» 5° L'ammoniaque peut enfin servir à séparer Ga^2O^3 de Nb^2O^5; on suit la marche du procédé n° 3, donné pour le Ta^2O^5. L'acide niobique n'est pas tout à fait aussi insoluble dans l'ammoniaque que l'acide tantalique; toutefois, la proportion de Nb^2O^5 retenue dans la liqueur ammoniacale est assez faible. »

CHALEUR RAYONNANTE. — *Rectification à quelques-unes des données numériques de la Note récente sur la distribution de la chaleur dans le spectre solaire obtenu avec le sel gemme;* par M. **P. Desains**.

« Dans la seconde colonne du Tableau de la page 691, à la 5e ligne, pour la distance — 32, au lieu du nombre 9,00, il faut lire 11,3; à la 6e ligne, au lieu du nombre 6,5, il faut lire 7,80; à la 7e ligne, au lieu du nombre 5,7, il faut lire 7,85. »

MÉMOIRES LUS.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches sur le cancer encéphaloïde;* par M. C. Sappey.

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Ces recherches ont pour but de démontrer que le cancer encéphaloïde reconnaît pour cause une altération profonde des globules blancs du sang. Cette altération est d'abord essentiellement locale. Mais, en traversant le foyer primitif de la maladie, les globules blancs du sang s'altèrent, dégénèrent et prennent ensuite trois directions différentes.

» Les uns sortent des capillaires sanguins, se déposent sur le point malade et deviennent le centre de formation d'une tumeur dont la tendance est de s'accroître indéfiniment.

» D'autres se portent vers les ganglions qui subissent bientôt une dégénérescence secondaire.

» D'autres restent dans le sang veineux et propagent le cancer dans toutes les parties de l'économie.

» Soit que l'on considère le cancer à son début, soit qu'on le considère pendant la durée de son évolution ou dans la dernière période de son développement, ce sont donc toujours ces globules blancs dégénérés qui apparaissent sur la scène et qui jouent le rôle principal. Pour le démontrer, je prendrai la maladie à son début et je la suivrai rapidement dans ses phases successives :

» 1° *Altération primitive des globules blancs.* — Tous les médecins sont d'accord pour reconnaître que les organes les plus riches en vaisseaux lymphatiques sont ceux pour lesquels le cancer semble avoir une sorte de prédilection. A la suite d'une cause encore inconnue dans sa nature, les globules blancs contenus dans les conduits de la lymphe se modifient sur une point limité de ces organes, s'altèrent et dégénèrent. Au contact de ces globules dégénérés, ceux qui flottent dans le sang dégénèrent à leur tour. L'altération des premiers nous est révélée par les ganglions dans lesquels ils se rendent; celle des seconds a échappé jusqu'ici à l'attention des médecins. Quatre faits recueillis dans l'espace de quelques années m'ont permis de constater, avec une grande netteté, cette dégénérescence cancéreuse des globules blancs du sang veineux.

» Le premier de ces faits a pour objet une énorme tumeur encéphaloïde trouvée dans l'abdomen d'une jument. Cette tumeur était enkystée et dans les parois du kyste cheminaient de nombreuses veines dont quelques-unes avaient le volume du doigt. Je pris le sang contenu dans l'une de ces veines pour le soumettre à l'examen microscopique. Parmi les globules blancs qu'il contenait, les uns étaient encore intacts; d'autres étaient altérés à des degrés divers. Les leucocytes normaux offraient un volume de 9 à 11 millièmes de millimètre. Ceux qui participaient à la dégénérescence se distinguaient des précédents par leurs dimensions plus grandes, qui s'élevaient à 15, 20 et 25 millièmes de millimètre; ils s'en distinguaient surtout par la segmentation de leur noyau et par une extrême abondance de granulations graisseuses qui s'étaient substituées au protoplasma.

» De l'examen des globules blancs contenus dans le sang veineux, je passai à celui des cellules cancéreuses de la tumeur. Elles présentaient les mêmes caractères que les leucocytes dégénérés; mais ces caractères étaient un peu moins nets. Dans la tumeur les globules dégénérés perdent en partie leurs attributs primitifs; et d'ailleurs à ces cellules cancéreuses, provenant du sang veineux, s'en joignent d'autres qui ont pour origine l'épithélium des canaux glandulaires dégénérés aussi. Ce n'est donc pas dans la tumeur qu'il faut chercher la cellule cancéreuse type, mais dans les veines qui en sortent. Si l'on n'a pas réussi à la découvrir plus tôt, c'est bien évidemment parce qu'on a voulu toujours la chercher sur les points où elle ne possède déjà plus tous ses attributs primitifs et où elle se mêle à des cellules épithéliales dégénérées aussi.

» Tous ces mêmes faits que j'avais observés sur la tumeur précédente, j'ai pu les retrouver aussi chez la femme, sur une tumeur encéphaloïde du sein qui offrait le volume d'une petite tête d'enfant.

» Ma troisième et ma quatrième observation sont relatives l'une et l'autre à un cancer de la langue qui s'était prolongé jusqu'à la clavicule. Ces deux nouveaux faits avaient pour moi un intérêt particulier. Jusqu'alors je n'avais pu examiner que le sang des veines partant de la tumeur. Ici j'avais à ma disposition le corps entier. Si les veines émanées de la tumeur emportaient des globules blancs dégénérés, je devais les retrouver dans le vaste appareil de la circulation. J'ai, en effet, constaté leur présence sur tout l'itinéraire que parcourt le sang.

» 2° *Formation et accroissement de la tumeur.* — Avec les opinions régnantes, il était fort difficile de se rendre compte de l'accroissement indéfini et parfois si considérable des tumeurs encéphaloïdes. Étant connus les

faits qui précèdent, on conçoit sans peine leur mode d'évolution. En affluant d'une manière continue vers le point malade, le sang y apporte sans cesse de nouveaux globules qui, au contact des globules dégénérés, dégénèrent à leur tour, et qui s'ajoutent aux cellules cancéreuses déjà collectées. De ces dépôts successifs résulte une tumeur d'abord invisible, qui s'accroît de plus en plus et qui pourra atteindre dans quelques cas un volume énorme, parce qu'elle emprunte les éléments de son accroissement à une source inépuisable.

» 3° *Dégénérescence secondaire des ganglions.* — Les premiers leucocytes dégénérés qui communiquent le cancer aux ganglions proviennent des vaisseaux lymphatiques de la tumeur. Dès que le principe de la maladie leur a été transmis, ceux-ci augmentent de volume; et leur accroissement, de même que celui de la tumeur, est ordinairement indéfini, mais plus limité et plus lent. Au début de leur altération, de nouveaux globules partis de la tumeur viennent s'adjoindre aux premiers. Cependant cette source ne tarde pas à se tarir, les vaisseaux lymphatiques de l'organe malade participant à la dégénérescence et ne produisant plus alors de leucocytes. Il faut donc chercher ailleurs les causes de leurs dimensions croissantes. On peut en invoquer deux : d'une part, les vaisseaux lymphatiques qui, partant des régions saines, apportent de nouveaux globules qui dégénèrent; de l'autre, le sang que reçoivent les ganglions en apporte aussi, et ceux-ci dégénèrent également.

» 4° *Diathèse cancéreuse, infection générale.* — Pour expliquer l'infection générale de l'organisme dans la dernière période des affections cancéreuses, on a imaginé le virus cancéreux. Sous ce nom, on désignait un principe fictif, insaisissable et indéfinissable. Les notions qui précèdent nous montrent qu'il est représenté par les globules dégénérés qu'importent les veines émanées du foyer cancéreux. C'est un être réel et figuré, abondamment répandu dans l'économie.

» Ces éléments figurés et dégénérés partent du foyer morbide; le sang les emporte vers le cœur, et le cœur les projette dans tous les organes; chacun d'eux est un germe, un cancer en miniature, un cancer ambulant. Plus la tumeur se développe et plus aussi ces cancers ambulants se multiplient. Il arrive un moment où ils circulent par centaines de mille et de millions peut-être.

» Ainsi se produit la généralisation du cancer; ainsi s'opère peu à peu et fatalement l'empoisonnement de la masse totale du sang; ainsi se développe cette diathèse cancéreuse restée jusqu'à présent si obscure dans son

mode d'évolution; ainsi s'explique enfin la cachexie qui lui succède, qui en marque le dernier terme et qui annonce un rapide dépérissement, une profonde désorganisation, une mort prochaine. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur la destruction et l'utilisation des cadavres des animaux morts de maladies contagieuses et notamment du charbon.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Bouley.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

« L'Académie, dans une de ses dernières séances, a reçu de M. Darreau une réclamation de priorité au sujet de recherches que j'avais eu l'honneur de lui soumettre, un mois auparavant, sur la destruction et l'utilisation agricole des cadavres des animaux morts de maladies contagieuses et notamment du charbon. Ces recherches ayant été renvoyées à la Commission des Arts insalubres, je me vois obligé de faire à la réclamation de M. Darreau une courte réponse.

» M. Darreau a publié, en 1880, à Châteaudun, une brochure qui n'était point parvenue jusqu'à moi, et dans laquelle, sans parler des bêtes charbonneuses, il étudie un procédé général d'utilisation des cadavres d'animaux, procédé qui consiste à découper ceux-ci en menus fragments, pour ensuite les arroser d'un sixième de leur poids d'acide sulfurique. Quelques mois plus tard, le 9 février 1881, M. Bella, en présentant cette brochure à la Société nationale d'Agriculture, émettait, de la part de l'auteur, la pensée que ce procédé pouvait être appliqué au traitement des cadavres charbonneux.

» Il ne m'appartient pas de discuter la valeur pratique de ce procédé; je me contenterai de dire que celui que j'ai cru pouvoir proposer, et qui consiste dans la saturation de l'acide sulfurique à 60° B. par les cadavres des animaux, a été publié par moi bien longtemps avant la publication de la brochure de M. Darreau.

» Il me suffira, pour le montrer, de rappeler une discussion relative à la destruction des cadavres des animaux charbonneux qui, au cours de l'année 1881, s'est élevée, dans le *Journal d'Agriculture pratique*, entre M. Roussille, professeur à l'École de Grignon, et l'un de mes homonymes, M. A.-Ch. Girard, préparateur au laboratoire de recherches de l'Institut

agronomique. Dans un article consacré à cette question, M. A.-Ch. Girard, après avoir rappelé, comme j'ai eu soin de le faire dans la Note que j'ai récemment présentée à l'Académie, les antériorités principales et avoir décrit le phénomène de la solubilisation si prompte des cadavres entiers dans l'acide sulfurique, écrivait : « ... Et c'est ce procédé que, depuis dix » ans, et en le ramenant aux conditions les plus simples, M. Aimé Girard » préconise, tant au Conservatoire des Arts et Métiers qu'à l'Institut agro- » nomique. »

» Ce procédé, je l'ai appliqué au traitement des cadavres des animaux charbonneux aussitôt que M. Pasteur eut démontré les dangers de l'enfouissement, et si j'ai tardé à le présenter à l'Académie et à le proposer à la place des méthodes d'enfouissement ou de crémation, c'est qu'il m'a semblé sage de n'agir ainsi que quand, par des expériences exécutées sur une échelle déjà importante, comme celles que j'ai exécutées en 1882 et 1883 à la ferme de Joinville, j'aurais acquis la certitude, d'une part que la mise en œuvre en est facile et pratique, d'une autre que la virulence des germes charbonneux disparaît absolument du fait de son emploi, d'une autre enfin que son introduction à la ferme correspond à la réalisation par le cultivateur, non d'une perte, mais d'un bénéfice. »

M. E. Pagan adresse une Note relative au traitement des maladies congestives du cerveau.

(Renvoi à l'examen de M. Vulpian.)

M. C. Lanieslau adresse une Note relative aux phénomènes qui accompagnent les tremblements de terre.

(Renvoi à l'examen de M. Daubrée.)

CORRESPONDANCE.

M. Maurice Lévy prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. *Bresse*.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume portant pour titre : « La Platinotypie, exposé

théorique et pratique d'un procédé photographique aux sels de platine, par M. *J. Pizzighelli* et M. le baron *Hübl*, traduit de l'allemand par M. *Henry Gauthier-Villars*. (Présenté par M. Peligot).

ASTRONOMIE. — *Observations faites à l'Observatoire de Marseille*, par M. **Coggia**; présentées par M. Stéphan.

Planète (234) Barbara.

Dates. 1883.	Heures des observations (temps moyen de Marseille). h m s	Ascension droite apparente. h m s	Distance polaire apparente. ° ′ ″	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoiles de comp.	Observ.
Août 30...	11. 6.12	21.12. 7,79	108. 3.44,7	$\bar{2}$,7634	−0,8927	*a*	Coggia.
31...	10.34.40	21.11.49,41	108.20.34,7	∞	−0,8948	*b*	Id.
Sept. 1...	8.27.11	21.11.33,75	108.35.51,8	−$\bar{1}$,3664	−0,8796	*b*	Id.
8...	11.11.28	21.10.20,78	110.26.33,7	$\bar{1}$,1547	−0,8972	*c*	Id.
26...	11.32.33	21.15. 5,66	113.40. 6,5	$\bar{1}$,4838	−0,8808	*d*	Id.
			Comète Brooks.				
Sept. 7...	10.30.45	16.31.32,28	25.57. 3,4	$\bar{1}$,9849	−0,1132	*e*	Id.
8...	10. 6. 5	16.30.45,00	26. 9.29,6	$\bar{1}$,9708	−$\bar{1}$,9187	*e*	Id.
26...	9.39.35	16.25.46,14	30. 5.34,4	$\bar{1}$,9355	−0,3891	*f*	Id.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1883,0.

Étoiles.	Noms des étoiles.	Ascension droite. h m s	Distance polaire. ° ′ ″	Autorité.
a	7391 B.A.C.	21.11.42,71	107.57. 3,4	Cat. B.A.C.
b	7390 B.A.C.	21.11.23,51	108.28.23,2	Cat. B.A.C.
c	41349 Lalande....	21.12.28,39	110.35.51,9	Cat. Lal.
d	9345 Washington	21.17.39,26	113.47.29,5	Cat. Was.
e	16323 Arg. OEltzen... ..	16.29.21,80	26.10.49,1	Cat. Arg. OElt.
f	16269-70 Arg. OEltzen...	16.26.20,18	29.57.43,7	Cat. Arg. OElt.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le calcul des perturbations*. Note de M. **A. de Gasparis**, présentée par M. Hermite.

« Dans le *Rendiconto* de l'Académie des Sciences de Naples (septembre 1883), j'ai publié un Mémoire dans lequel j'ai proposé une série pour le calcul des variations des coordonnées elliptiques d'une planète, produites par l'action perturbatrice d'une autre. J'en ai fait l'application à l'exemple numérique qu'on trouve dans le *Nautical Almanac pour* 1856, et j'ai obtenu les mêmes résultats trouvés par Encke à l'aide de sa méthode.

» J'ai voulu essayer si l'on pourrait obtenir des résultats satisfaisants, en employant la série au calcul des variations mêmes des éléments de l'orbite perturbée, et j'ai choisi le demi-grand axe, dans le même exemple numérique d'Encke.

» La constante k^2 étant prise pour la masse du Soleil, on sait que

$$\frac{d}{dt}\frac{1}{a} = -2m_1\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{\rho} - \frac{xx_1+yy_1+zz_1}{r_1^3}\right) = -2m_1\frac{d}{dt}R_0,$$

et l'on sait aussi que dans la différentiation de R_0 les coordonnées de m (planète perturbée) sont seules variables.

» Or on trouve, dans l'exemple cité, les valeurs numériques de Vesta et de Jupiter pour huit époques dont l'intervalle est de quarante-deux jours. Avec ces valeurs, au moyen de l'interpolation, on trouve :

		R_0.	Ellipse instantanée, pour le 11 septembre.
1853.	août 21	+0,2157252	
	octobre 2	+0,2105612	$\omega\ f'(R_0+\frac{1}{2}) = -0,0051765$
	novembre 13	+0,2039917	$\omega^2 f''(R_0+\frac{1}{2}) = -0,0015904$
	décembre 25	+0,1964807	$\omega^3 f'''(R_0+\frac{1}{2}) = +0,0003003$
1854.	février 5	+0,1886657	$\omega^4 f^{IV}(R_0+\frac{1}{2}) = +0,0000603$
	mars 19	+0,1813901	$\omega^5 f^{V}(R_0+\frac{1}{2}) = -0,0000525$
	avril 30	+0,1757320	$\omega^6 f^{VI}(R_0+\frac{1}{2}) = +0,0000789$
	juin 11	+0,1729964	

On pose $\omega = 42$. L'intervalle entre le 11 septembre et le 21 mai est 6ω, ou même 6 si l'on prend ω pour unité de temps. L'époque du 21 mai est choisie dans le calcul numérique pour apprécier la variation subie par a, demi-grand axe de Vesta.

» On a évidemment, à l'époque τ après le 11 septembre,

$$\frac{1}{a_\tau} = \frac{1}{a_0} + \tau\frac{d\frac{1}{a_0}}{dt} + \frac{\tau^2}{2}\frac{d^2\frac{1}{a}}{dt^2} + \dots + \frac{\tau^6}{720}\frac{d^6\frac{1}{a}}{dt^6};$$

si l'on pose, dans cette série, $\tau = 6$, et qu'on y remplace les valeurs des dérivées des divers ordres déjà calculées, on obtient

$$\frac{1}{a_\tau} = \frac{1}{a_0} + 2m_1 \times 0,043912.$$

Au moyen de a_τ et a_0 on trouve μ_τ et μ_0, et il en résulte

μ_τ	977,93384
μ_0	977,64529
$\Delta\mu$	0,28855

Encke trouve

$\Delta\mu$	0,28825 »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'évaluation approchée des intégrales.* Note de M. STIELTJES, présentée par M. Hermite.

« Soit $f(x)$ une fonction qui reste constamment positive quand la variable croît de $x = a$ jusqu'à $x = b$, et considérons l'intégrale

$$\int_a^b f(x)\mathfrak{F}(x)dx. \tag{1}$$

» M. Heine, dans son beau *Traité des fonctions sphériques*, a démontré que, si $\mathfrak{F}(x)$ est un polynôme du degré $2n-1$ au plus, la valeur de cette intégrale peut s'obtenir à l'aide de n valeurs spéciales convenablement choisies, $\mathfrak{F}(x_1)$, $\mathfrak{F}(x_2)$, $\ldots$, $\mathfrak{F}(x_n)$. Les valeurs $x_1, x_2, \ldots, x_n$ sont toutes différentes entre elles et s'obtiennent comme les racines d'une équation du degré n,

$$\mathfrak{N}(x) = x^n + a_1 x^{n-1} + \ldots = 0,$$

dont les coefficients dépendent rationnellement des $2n$ constantes

$$c_t = \int_a^b x^t f(x)dx, \qquad t = 0, 1, 2, \ldots, 2n-1.$$

» La valeur de l'intégrale (1) se présente alors sous la forme

$$A_1\mathfrak{F}(x_1) + A_2\mathfrak{F}(x_2) + \ldots + A_n\mathfrak{F}(x_n).$$

En prenant successivement $\frac{\mathfrak{N}(x)}{x-x_k}$, $\left[\frac{\mathfrak{N}(x)}{x-x_k}\right]^2$, $x^t\mathfrak{N}(x)$ pour $\mathfrak{F}(x)$, on trouve

$$\int_a^b f(x)\frac{\mathfrak{N}(x)}{x-x_k}dx = \mathfrak{N}'(x_k)A_k, \tag{2}$$

$$\int_a^b f(x)\left[\frac{\mathfrak{N}(x)}{x-x_k}\right]^2 dx = [\mathfrak{N}'(x_k)]^2 A_k, \tag{3}$$

$$\int_a^b x^t f(x)\mathfrak{N}(x)dx = 0, \qquad t = 0, 1, 2, \ldots, n-1. \tag{4}$$

» La formule (3) fait voir que les coefficients $A_1, \ldots, A_n$ sont tous positifs.

» Soit maintenant $\mathcal{G}(x)$ une fonction qui reste continue et ne présente qu'un nombre fini de maxima et minima entre les limites $x=a$, $x=b$. On a, dans cette supposition, le développement en série

$$\mathcal{G}(x)=\sum_0^\infty a_k\, X_{(k)}\left(\frac{2x-a-b}{b-a}\right),$$

X_k étant le polynôme connu de Legendre. Cette série, d'après ce qu'a démontré M. Heine, est convergente uniformément pour toutes les valeurs de x entre a et b. Il s'ensuit qu'en posant

$$\mathcal{E}(x)=\sum_0^{2n-1} a_k X_k\left(\frac{2x-a-b}{b-a}\right),$$

$$\mathcal{R}(x)=\sum_{2n}^\infty a_k X_k\left(\frac{2x-a-b}{b-a}\right),$$

on pourra prendre n toujours assez grand, pour que $\mathcal{R}(x)$ reste constamment inférieur en valeur absolue à une quantité arbitraire ε.

» Or on a

$$\mathcal{G}(x)=\mathcal{E}(x)+\mathcal{R}(x),$$

donc

$$\int_a^b f(x)\mathcal{G}(x)\,dx-\sum_1^n A_k\mathcal{G}(x_k)=\int_a^b f(x)\mathcal{E}(x)\,dx-\sum_1^n A_k\mathcal{E}(x_k)$$
$$+\int_a^b f(x)\mathcal{R}(x)\,dx-\sum_1^n A_k\mathcal{R}(x_k).$$

» Mais, $\mathcal{E}(x)$ étant un polynôme du degré $2n-1$, on a

$$\int_a^b f(x)\mathcal{E}(x)\,dx-\sum_1^n A_k\mathcal{E}(x_k)=0.$$

» De plus, les nombres $A, \ldots, A_n$ étant positifs et leur somme égale à $\int_a f(x)\,dx$, on a

$$\sum_1^n A_k R(x_k)<\varepsilon\int_a^b f(x)\,dx;$$

de même,

$$\int_a^b f(x)\,\mathrm{R}(x)\,dx < \varepsilon \int_a f(x)\,dx.$$

» On en conclut que la différence

$$\int_a^b f(x)\,\wp(x)\,dx - \sum_1^n \mathrm{A}_k \wp(x_k)$$

est inférieur à $2\varepsilon \int_a^b f(x)\,dx$. En prenant donc $\sum_1^n \mathrm{A}_k \wp(x_k)$ pour la valeur approchée de $\int_a^b f(x)\,\wp(x)\,dx$, l'erreur peut devenir aussi petite qu'on veut par une détermination convenable du nombre n. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Démonstration nouvelle du théorème fondamental de la théorie des équations algébriques.* Note de M. **H. Dutordoir**, présentée par M. Hermite.

« 1. *Idée fondamentale.* — Soit

$$\varphi(z) = \varphi(x + y\sqrt{-1}) = \psi(x, y) + \sqrt{-1}\,\chi(x, y) = 0$$

une équation algébrique de degré n. On a, entre les dérivées partielles de ψ et de χ, les relations connues

$$\psi'_x = \chi'_y, \quad \psi'_y = -\chi'_x.$$

» I. Par suite, *si les dérivées partielles de ψ et χ sont différentes de zéro, on peut faire varier* SIMULTANÉMENT *les deux fonctions ψ, χ, chacune dans tel sens que l'on veut, en faisant varier l'une ou l'autre des deux variables, positivement ou négativement.*

» Cette remarque est la base de la nouvelle démonstration du théorème fondamental de l'analyse algébrique. Nous supposons d'ailleurs ce théorème établi pour toute équation de degré $(n-1)$.

» 2. LEMMES PRÉLIMINAIRES. — I. *Si l'on fait varier x et y de manière que ψ et χ restent inférieurs à une grandeur donnée, x et y sont aussi inférieurs à une certaine limite assignable.*

» II. *Si x et y restent inférieurs à une certaine valeur donnée, et si $\varphi(x, y)$ reçoit un accroissement supérieur à une quantité donnée, $\Delta x^2 + \Delta y^2$ est supérieur à une certaine limite assignable.*

» III. *Soient*

$$z_1 = x_1 + y_1\sqrt{-1}, \quad z_2 = x_2 + y_2\sqrt{-1}, \quad z_{n-1} = x_{n-1} + y_{n-1}\sqrt{-1}$$

les racines de $\varphi'(z) = 0$. *En donnant à* z *une valeur* $x + y\sqrt{-1}$ *différente des* $n(n-1)$ *racines des équations*

$$\varphi(z) - \varphi(z_1) = 0, \quad \varphi(z) - \varphi(z_1) = 0, \quad \ldots, \quad \varphi(z) - \varphi(z_{n-1}) = 0,$$

on pourra trouver une quantité K *inférieure à*

$$+\sqrt{[\psi(x,y) - \psi(x_i, y_i)]^2 + \sqrt{[\chi(x,y) - \chi\, x_i, y_i)]^2}}, \quad (i = 1, 2, \ldots, n-1).$$

» *Il y aura une infinité de valeurs* $x + y\sqrt{-1}$ *correspondant à une même valeur de* K.

» IV. *Les valeurs de* x *et* y *telles que les lemmes* I, III *subsistent rendent la somme des valeurs absolues des dérivées partielles de* ψ *et de* χ *supérieure à une constante* λ.

» Ces lemmes, faciles à démontrer, sont presque évidents si l'on représente les fonctions ψ et χ par la hauteur u, au-dessus d'un plan xy de coordonnées des surfaces ayant pour équation $u = \psi(x,y)$ ou $u = \chi(x,y)$.

» 3. Théorème fondamental. — *Tant que* x *et* y *vérifient les conditions des lemmes* I, III, *il est possible de faire varier simultanément les deux fonctions* ψ *et* χ, *chacune dans tel sens que l'on veut et de telle manière que les rapports de leurs accroissements à ceux des variables restent toujours plus grands, en valeur absolue, qu'une certaine limite assignable* $\frac{1}{4}\lambda$. Les seuls cas qui puissent se présenter sont les suivants :

I.	$\sqrt{\psi'^2_x} < \frac{1}{3}\lambda, \quad \sqrt{\psi'^2_y} > \frac{2}{3}\lambda;$
II.	$\sqrt{\psi'^2_x} > \frac{2}{3}\lambda, \quad \sqrt{\psi'^2_y} < \frac{1}{3}\lambda;$
III.	$\sqrt{\psi'^2_x} \geqq \frac{1}{3}\lambda, \quad \sqrt{\psi'^2_y} > \frac{1}{3}\lambda;$
IV.	$\sqrt{\psi'^2_x} > \frac{1}{3}\lambda, \quad \sqrt{\psi'^2_y} > \frac{1}{3}\lambda;$

» Le théorème, dans les cas I, II, résulte des formules

$$\Delta\psi = \Delta x\,\psi'_x(x + \theta\Delta x,\ y + \theta\Delta y) + \Delta y\,\psi'_y(x + \theta\Delta x,\ y + \theta\Delta y),$$
$$\Delta\chi = -\Delta x\,\psi'_y(x + \theta\Delta x,\ y + \theta\Delta y) + \Delta y\,\psi'_x(x + \theta\Delta x,\ y + \theta\Delta y);$$

dans les cas III et IV, des formules

$$\Delta_x\psi = \Delta x\,\psi'_x(x + \theta\Delta x,\ y), \quad \Delta_x\chi = -\Delta x\,\psi'_y(x + \theta\Delta x,\ y);$$
$$\Delta_y\psi = \Delta y\,\psi'_y(x,\ y + \theta\Delta y), \quad \Delta_y\chi = \Delta y\,\psi'_x(x,\ y + \theta\Delta y).$$

» Dans les deux premiers cas, on fait varier simultanément x et y de manière que $\Delta x^2 = \Delta y^2$; dans les deux autres, x ou y varie seul. On passe de l'un à l'autre mode de variation chaque fois que les dérivées de ψ et χ cessent de vérifier I ou II, ou cessent de vérifier III ou IV.

» 4. *Toute équation algébrique a une racine.* — I. Soient x_α, y_α et x_β, y_β des valeurs de x, y qui vérifient les conditions des lemmes I, III et suffisamment rapprochées pour que si $\psi_\alpha = \psi(x_\alpha, y_\alpha)$, par exemple, est différent de chacune des valeurs $\psi_1, \psi_2, \ldots, \psi_{n-1}$, il en soit de même de $\psi_\beta = \psi(x_\beta, y_\beta)$ et de toutes les valeurs de ψ comprises entre ψ_α et ψ_β. Soit $\psi_\alpha = \chi(x_\alpha, y_\alpha)$. D'après le n° 3, on pourra faire osciller ψ de ψ_α à ψ_β, puis de ψ_β à ψ_α, une ou plusieurs fois, de manière que χ tende de χ_α vers zéro. Les variables varieront (lemme II) de quantités supérieures à des quantités déterminées. Par suite, χ s'approchera de zéro autant qu'on le voudra et finira par devenir nul.

» II. On pourra ensuite faire osciller χ entre deux valeurs très voisines de zéro, inférieures à la plus petite de celles des quantités $\psi_1, \psi_2, \ldots, \psi_{n-1}, \chi_1, \chi_2, \ldots, \chi_{n-1}$ qui ne sont pas nulles, pendant que ψ tend vers zéro. Si l'équation $\varphi(z) = 0$ n'est satisfaite par aucune des racines de l'équation $\varphi'(z) = 0$, le lemme III sera toujours vérifié et les valeurs absolues des deux fonctions finiront par coïncider entre elles.

» III. On peut alors les faire tendre simultanément vers zéro jusqu'à ce que l'une d'elles atteigne cette valeur, puis l'une vers l'autre jusqu'à ce qu'elles coïncident, et ainsi de suite indéfiniment. D'après le n° 3, aucune des deux ne peut rester supérieure à une quantité déterminée; autrement dit, elles ont pour limite zéro.

» IV. En même temps que ψ et χ tendent vers zéro, x et y tendent vers des limites déterminées; car la somme des accroissements des variables, pris positivement, à partir d'un instant quelconque de la variation que nous venons de décrire (III), ne peut devenir supérieure au quotient de la valeur de la plus grande des deux fonctions à cet instant par une constante $\frac{1}{4}\lambda'$.

» *Donc toute équation algébrique a une racine.*

» Le Mémoire complet, contenant le développement de ce qui précède, sera publié ailleurs. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes binaires indéfinies à indéterminées conjuguées*. Note de M. E. PICARD, présentée par M. Hermite.

« J'ai déjà montré, dans une Note précédente (*Comptes rendus*, juin 1883), comment les méthodes de M. Hermite relatives aux formes quadratiques indéfinies réelles pouvaient s'étendre aux formes quadratiques à indéterminées conjuguées, et, dans le cas de formes binaires, j'ai indiqué la forme définie Φ dont les coefficients dépendent d'un paramètre complexe, forme dont on doit effectuer la réduction continuelle pour toute valeur de ce paramètre. J'emploie pour une forme binaire définie les conditions de réduction qui ont été données par M. Hermite (*Crelle*, t. 47); elles sont très convenables pour notre objet, car nous établissons qu'en général à une forme définie ne correspondent que deux réduites arithmétiquement équivalentes, celles-ci différant seulement par le signe des coefficients moyens; j'ajoute que dans toute cette théorie nous n'employons que des substitutions dont le déterminant est égal à l'unité. Il suffit de donner au paramètre complexe z, entrant dans la forme Φ, toutes les valeurs de module inférieur ou égal à l'unité; les conditions de réduction de cette forme sont susceptibles d'une interprétation géométrique remarquable qui nous permet d'effectuer sans peine la réduction continuelle : elles expriment que le point dont l'affixe est z doit être à l'intérieur d'un polygone limité par des arcs de cercle *orthogonaux* au cercle de rayon un.

» Une forme indéfinie sera dite réduite si la forme définie associée Φ est réduite pour certaines valeurs du paramètre. On établit de suite que si

$$f = axx_0 + bxy_0 + b_0x_0y + cyy_0$$

est une forme réduite indéfinie, on a, en désignant par Δ le déterminant de la forme $(a) < \sqrt{2\Delta}$ et $(ac) < 2\Delta$, en entendant par (a) la valeur absolue de a. On conclut de là que, quand Δ n'est pas une somme de deux carrés, les coefficients de f sont limités en fonction de Δ, et, par conséquent, il n'existe, pour un déterminant donné, qu'un nombre limité de réduites. Quand Δ est une somme de deux carrés, il existe une ou plusieurs réduites dans lesquelles a est nul, et la démonstration du théorème précédent se fait en montrant que, dans ce cas, (c) est au plus égal à $\sqrt{2\Delta}$.

» Pour plus de simplicité, nous pouvons supposer que la forme initiale f est réduite; on prend alors la forme associée Φ, dont j'ai parlé plus haut

et dont on effectue la réduction continuelle. On est ainsi conduit, tant qu'on rencontre de nouvelles réduites, à un nombre limité de polygones P tous intérieurs au cercle de rayon un : à chacun de ces polygones correspondent deux réduites qui diffèrent seulement par le signe des coefficients moyens, et les réduites dans lesquelles le coefficient de xx_0 est nul correspondent à un triangle dont un sommet est sur le cercle de rayon un; nous désignerons par π le polygone total formé par tous les polygones P. Si l'on continue d'effectuer la réduction continuelle, on obtient un réseau indéfini de polygones analogues à P et ce réseau *ne recouvre qu'une seule fois* la surface du cercle de rayon un. Chaque réduite correspond à un nombre infini de polygones et l'on passe d'un de ces polygones à un autre par une substitution linéaire de la forme

$$(1) \qquad \left(z, \frac{Az+B}{Cz+D}\right).$$

Ce groupe est *discontinu* et isomorphe au groupe des substitutions linéaires transformant la forme f en elle-même. Les considérations précédentes donnent immédiatement les substitutions fondamentales de l'un et l'autre de ces groupes.

» Le polygone π sera un polygone fondamental du groupe (I); nous entendons par là qu'à un point quelconque à l'intérieur du cercle correspond par une substitution du groupe un point à l'intérieur du polygone π; mais, dans certains cas et pour certains points d'ailleurs en nombre illimité, il peut correspondre à un point quelconque, non pas seulement un, mais deux points à l'intérieur de π.

» Les considérations qui viennent d'être sommairement exposées conduisent à des calculs que l'on peut pratiquement effectuer; nous montrons, en effet, comment, dans toutes les circonstances de la réduction, on peut trouver la substitution réduisant de nouveau la forme Φ, quand celle-ci, par suite de la variation du paramètre, cesse d'être réduite.

» J'ai développé entièrement les calculs pour la forme

$$f = xx_0 - 2yy_0.$$

Cette forme est réduite, et le calcul complet donne sans trop de peine les *vingt-cinq* autres réduites arithmétiquement équivalentes à cette forme; de plus, le groupe des substitutions à coefficients entiers et de déterminant un, qui transforment en elle-même la forme f, admet les quatre substitu-

tions *fondamentales* suivantes :

$$(x, y, ix, -iy),$$
$$(x, y, -3ix-4iy, 2ix+3iy),$$
$$[x, y, (-2i+1)x-2(1+i)y, -(1-i)x+(1+2i)y],$$
$$[x, y, (2i+1)x-2(1-i)y, -(1+i)x+(1-2i)y].$$

» Les polygones P sont au nombre de quatorze, et le polygone π a deux sommets sur le cercle de rayon un.

» Dans une Communication prochaine, je m'occuperai des formes quadratiques *ternaires* indéfinies à indéterminées conjuguées, en poussant aussi loin qu'il est nécessaire pour pouvoir faire plus à fond l'étude de ces fonctions de deux variables indépendantes, qui se reproduisent pour un groupe d'une infinité de substitutions linéaires, et dont je me suis déjà occupé dans diverses Communications (*Comptes rendus*, et *Acta math.*, t. I et II). »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'interprétation de quelques phénomènes de spectroscopie solaire.* Note de M. L. THOLLON, présentée par M. l'amiral Mouchez.

« Les *Comptes rendus* de janvier et février 1883 contiennent, sur la *Constitution physique et mécanique du Soleil*, un important Mémoire de M. Faye qui s'impose à l'étude et aux méditations de ceux qui s'intéressent à cette question. Mais, tout en admirant l'œuvre, en raison même de l'autorité de l'illustre astronome, je crois devoir, sinon protester contre une de ses assertions, au moins faire quelques réserves et lui soumettre quelques observations.

» Dans la troisième Partie de son Mémoire (*Comptes rendus*, 5 janvier 1883), M. Faye rejette comme fabuleuses les vitesses de 100, 150 lieues par seconde, que semblent indiquer à la surface du Soleil la prodigieuse rapidité avec laquelle se forment certaines protubérances et les déplacements partiels qu'on observe parfois au spectroscope dans les raies de l'hydrogène.

» Ces vitesses, évidemment, sont énormes et, de prime abord, elles paraissent inadmissibles. Mais une observation attentive et continue des phénomènes solaires détruit peu à peu cette première impression. Sans parler des violentes perturbations qui se voient souvent dans le voisinage des taches, si l'on fait une simple comparaison entre notre atmosphère et celle

du Soleil, en tenant compte des différences d'épaisseur, de composition et de température, il ne semble pas que des vitesses de 100 et 150 lieues par seconde dans les cyclones solaires soient plus inadmissibles et plus facilement explicables, du reste, que des vitesses de 90^m et 100^m dans les cyclones terrestres.

» Mais une considération, qui a pour moi une valeur capitale, je dirai même presque décisive, c'est que les vitesses déduites, soit de la formation des protubérances, soit des déplacements de raies, sont des quantités de même ordre. Bien plus, leur valeur maximum correspond aux vitesses cométaires à la surface du Soleil. Il serait bien surprenant que ces remarquables coïncidences fussent un simple jeu du hasard. Enfin, s'il est vrai que des courants de matière cosmique circulent dans l'espace et se croisent en tous sens à leur périhélie dans les régions de la couronne, les vitesses en question n'ont plus rien d'invraisemblable.

» M. Faye pense qu'on pourrait expliquer la formation si rapide de certaines protubérances par l'échauffement successif de masses d'hydrogène qui, en s'élevant dans les hautes régions, se seraient préalablement refroidies par leur propre expansion. Cette opinion, émise sous toute réserve, soulèverait, je crois, de graves objections. On ne comprend pas bien comment la puissante radiation solaire, capable d'échauffer si vite ces masses d'hydrogène, ne les aurait pas empêchées de se refroidir durant leur ascension, à moins qu'elles ne se soient élevées et dilatées avec la vitesse même qui est mise en contestation. En outre, cette manière de voir ne s'accorde pas très bien avec les faits observés.

» A la fin du Mémoire et dans un renvoi, M. Faye, parlant des distorsions brusques à droite ou à gauche que l'on observe parfois dans les raies de l'hydrogène, dit qu'il ne faut pas conclure de là que des masses d'hydrogène se meuvent vers l'observateur ou s'en éloignent. Il ajoute : « Il » faudrait au moins, pour cela, que les raies des autres gaz ou vapeurs in- » timement mêlés à l'hydrogène présentassent les mêmes épanouissements, » ce qui n'a pas lieu. » Cela n'a pas et ne peut avoir lieu, c'est certain, dans une protubérance où les raies de l'hydrogène se montrent seules. Mais cela a lieu régulièrement quand le phénomène se produit dans une protubérance métallique où les raies du sodium, du magnésium, du nickel, etc., sont nettement renversées. Il est très intéressant, en ce cas, de faire les observations dans le jaune où se montrent en même temps, dans le champ de la lunette, les deux raies du sodium et celle du hélium qui appartient probablement à l'hydrogène. On voit alors toutes les déformations de cette der-

nière se reproduire fidèlement et toujours en plus petites dimensions dans les deux autres, aux mêmes points, dans le même sens et avec le même caractère.

» Tout *mouvement* de la matière lumineuse qui s'éloigne ou se rapproche de nous produit incontestablement un *déplacement* de raies spectrales. Aucune théorie n'indique, aucun fait ne démontre qu'une autre cause soit apte à produire le même effet. Il est donc bien naturel de considérer ce déplacement des raies comme un indice de mouvement. Cette théorie, sans être absolument certaine, est d'autant plus vraisemblable qu'elle n'est en contradiction avec aucun fait observé jusqu'à ce jour. En la repoussant, toute une catégorie de phénomènes reste sans interprétation possible, perd tout intérêt et devient entièrement stérile pour la Science. A mon avis, il serait plus avantageux et plus juste de la considérer comme vraie jusqu'à preuve du contraire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le transport et la distribution de la force. Expériences faites à Grenoble par M.* Marcel Deprez. Note de M. **Boulanger.**

« Dans une précédente Communication, j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie les résultats des mesures dynamométriques effectuées au sujet des expériences faites à Grenoble par M. Marcel Deprez, sur le transport de la force. La présente Note est relative aux mesures électriques et aux expériences concernant la distribution.

» Pendant toute la durée des expériences, deux galvanomètres à arête de poisson (système Marcel Deprez) étaient intercalés dans le circuit, l'un à Grenoble, l'autre à Vizille, et ces deux instruments indiquèrent constamment que la différence des intensités aux deux extrémités de la ligne était peu considérable. Malheureusement, ces appareils ne comportent pas une très grande précision dans les lectures, de sorte que, pour déterminer exactement la valeur des pertes par la ligne, on dut avoir recours à la méthode chimique.

» Deux voltamètres formés de plaques d'argent pur plongeant dans une dissolution d'azotate d'argent furent placés aux extrémités de la ligne. Les plaques avaient environ un décimètre carré de surface et le courant était fourni par la machine génératrice de Vizille. A Grenoble, le circuit était fermé par une résistance inerte. Comme ces expériences étaient destinées à opérer en même temps le tarage des galvanomètres, ceux-ci étaient placés à côté de chaque voltamètre.

» Deux expériences furent faites en changeant la vitesse de la machine et l'on obtint les résultats contenus dans le Tableau ci-dessous :

NUMÉROS des expériences.	DÉSIGNATION des voltamètres.	POIDS DE L'ÉLECTRODE positive		DIFFÉRENCE des poids p.	DURÉE de l'expérience en secondes t.	INTENSITÉ $\frac{p}{0,0011248 \times t} = I$.	FORCE électromotrice de la machin. E.	DIFFÉRENCE de potentiel aux bornes. $E - RI = U$.	OBSERVATIONS.
		avant l'expérience.	après l'expérience.						
1	Vizille....	gr 39,43959	gr 26,20184	gr 13,23775	3600	amp 3,268	volts 2808	volts 2627	Le nombre $0^{gr},0011248$ pris pour le poids d'argent déposé par Ampère et par seconde a été donné par M. Mascart.
	Grenoble.	39,78262	27,22920	12,55342		3,099			
2	Vizille....	36,03719	27,32190	8,71529	2205	3,514	3128	2934	
	Grenoble.	34,68220	26,54200	8,14020		3,282			

» Pour déterminer la valeur de E, on admit, ce qui avait été vérifié sur les mêmes machines, dans les expériences faites aux ateliers du chemin de fer du Nord, que la force électromotrice est proportionnelle à la vitesse N, pourvu que l'intensité ne varie pas. Une série de douze expériences, faites en intercalant des résistances variables dans le circuit de la génératrice, permit de construire une courbe ayant pour abscisses les valeurs de I et pour ordonnées les valeurs de $\frac{E}{N}$ correspondantes. On put ensuite, à l'aide de cette courbe, déduire facilement la force électromotrice de la vitesse de l'anneau, pour toutes les autres expériences.

» Il résulte du Tableau qui précède que, dans la première expérience, la perte d'intensité fut de 5,1 pour 100. Dans la deuxième expérience, où la différence de potentiel aux bornes était d'environ 3000^{volts}, la perte fut de 6,6 pour 100.

» Les autres mesures électriques portèrent sur un ensemble d'environ quarante expériences et permirent, en se servant de l'intensité moyenne, de calculer les valeurs $\frac{EI}{75g}$ et $\frac{ei}{75g}$ des travaux électriques [1], ainsi que le rendement électrique $\frac{e}{E}$. Le résultat de ces calculs montre que le rendement électrique différait assez peu du rendement mécanique. On trouve, en effet, pour la moyenne du rapport des deux rendements, le nombre 0,82.

---

[1] La force électromotrice e de la réceptrice était déduite de E par la relation $e = E - AI$, A étant la résistance totale $R + r + \rho$, comprenant les machines et la ligne.

» En outre, la comparaison des travaux électriques et des travaux mécaniques montre que le coefficient de transformation de la génératrice est très voisin de l'unité, de telle sorte que le déficit provenait presque exclusivement de la réceptrice.

» Une deuxième partie des expériences a porté sur la distribution. Les machines réceptrices dont on disposait consistaient en trois machines Siemens et deux machines Gramme, type d'atelier. Toutes ces machines étant à gros fil, on dut employer comme génératrice une machine également à gros fil; c'était une machine Gramme dont les inducteurs avaient été renforcés et disposés en double enroulement (système Marcel Deprez). Le courant constant était fourni par une deuxième machine servant d'excitatrice et les deux machines étaient mises en mouvement au moyen d'une locomobile qui permit de maintenir la génératrice à la vitesse nécessaire pour que la différence de potentiel à ses bornes demeurât constante.

» Des deux bornes de la génératrice partaient deux fils parallèles sur lesquels venaient se brancher les dérivations des machines. La différence de potentiel aux bornes était mesurée par un galvanomètre résistant placé en dérivation. Un deuxième galvanomètre semblable permettait de mesurer la différence de potentiel à l'extrémité de la ligne. Enfin les intensités étaient mesurées par un galvanomètre à gros fil, de résistance négligeable.

» De plus, chaque machine était munie d'un frein de Carpentier, portant une charge constante de 2^{kg}. Les poulies des freins ayant 1^m de circonférence, le travail par seconde était donné en kilogrammètres par l'expression $\frac{2n}{60} = \frac{n}{30}$, n étant le nombre de tours par minute.

» On fit les mesures en embrayant les machines l'une après l'autre; on eut alors une série de cinq expériences, dont les résultats sont donnés par le Tableau ci-dessous :

N°s des expériences.	Nombre de tours par minute de la génératrice.	Différence de potentiel		Réceptrice n° 1.		Réceptrice n° 2.		Réceptrice n° 3.		Réceptrice n° 4.		Réceptrice n° 5.		Travail total.	Intensité totale.	Observations
		aux bornes de la génératrice.	à l'extrémité de la ligne.	Travail par seconde	Intensité.	Travail par seconde	Intensité.	Travail par seconde	Intensité.	Travail par seconde	Intensité.	Travail par seconde	Intensité.			
		volts	volts	kgm	amp	kgm	amp	kgm	amp	kgm	amp	kgm	amp	kgm	amp	
1	2230	39,4	39,1	18,0	9,7	//	//	//	//	//	//	//	//	18,0	9,7	La charge de chaque frein était de 2^{kg}.
2	2270	39,0	38,8	18,9	9,9	19,6	11,3	//	//	//	//	//	//	38,5	21,2	
3	2238	39,3	39,1	18,6	9,9	19,5	11,3	42,5	18,3	//	//	//	//	80,6	39,5	
4	2238	39,0	38,8	17,6	9,9	19,1	11,5	40,0	17,5	39,5	19,0	//	//	116,2	57,9	
5	2169	39,1	39,1	18,5	9,5	18,7	10,6	40,0	17,2	34,7	18,6	35,3	19,3	147,2	75,2	

» On voit par ce Tableau que, pour une machine, le travail produit et l'intensité du courant n'ont pas varié d'une manière notable; les machines étaient donc indépendantes les unes des autres, et il y avait bien réellement distribution. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la présence de l'arsenic dans certains vins en l'absence de matière colorante étrangère.* Note de M. **A. Barthélemy.**

« Un viticulteur du Midi, ayant reçu des plaintes sur son vin, me pria d'en faire l'analyse au mois de juin dernier. Je trouvai, dans l'échantillon qui me fut remis, une dose relativement considérable d'arsenic, en l'absence de toute matière colorante d'origine minérale.

» En présence de l'effroi causé par cette révélation qui pouvait faire soupçonner une tentative criminelle, je me décidai, sur la prière du propriétaire, à examiner le vin de son chai. Sur quatre pièces que j'examinai d'abord, trois furent trouvées arsénicales à des degrés très divers; la quatrième n'offrait rien d'anormal : je remarquai que cette dernière était une barrique neuve, et ce fut pour nous un trait de lumière.

» Le propriétaire me raconta, en effet, que pour enlever le mauvais goût que ses pièces vieilles avaient contracté, il les avait lavées à plusieurs reprises avec la *drogue*, c'est-à-dire avec l'acide sulfurique plus ou moins étendu. Il me fut aisé de vérifier que le vin de toutes les barriques neuves était dépourvu d'arsenic.

» Je n'ai pas besoin d'ajouter que le vin a été détruit, ainsi que les barriques qui avaient subi ce traitement.

» La pratique dont je signale ici le danger tend de plus en plus à se répandre dans les campagnes : la drogue se vend chez tous les épiciers.

» L'acide sulfurique ordinaire, livré au commerce aux environs de Toulouse, est, depuis quelques années, si arsénical que j'ai pu en user, dans mes cours, comme source abondante d'arsenic. J'ai souvenir aussi d'avoir été consulté sur le dépôt jaune abondant, obtenu dans des usines à gaz où l'on fabrique le sulfate d'ammoniaque à l'aide de l'acide sulfurique de certaines provenances, bien connues d'ailleurs des chimistes. »

PHYSIOLOGIE. — *Dosage du chloroforme dans le sang d'un animal anesthésié.* Note de MM. **Gréhant** et **Quinquaud**, présentée par M. Bouley.

« Le principe fondamental de la méthode repose : 1° sur la distillation du sang dans le vide, permettant d'obtenir le chloroforme en solution et en vapeur; 2° sur la propriété que possède ce dernier de réduire d'une manière indirecte la liqueur cupropotassique, lorsqu'on agit à la température de 100°. Pour atteindre le but, il suffit d'extraire l'agent anesthésique par la distillation du sang, de soumettre une quantité connue de liquide distillé et chloroformé à l'action de la chaleur en présence d'un volume tel de liqueur de Barreswil que celle-ci soit réduite sans qu'il y ait excès ni de chloroforme ni de liqueur. Comparant ensuite la quantité de liqueur décolorée à celle que réduit une quantité déterminée de chloroforme en solution titrée, on arrive par une simple proportion à connaître la quantité de chloroforme contenue dans les liquides distillés et partant la proportion que renferme un volume donné de sang.

OPÉRATIONS SUCCESSIVES POUR LE DOSAGE.

» *a. Extraction du chloroforme contenu dans le sang.* — L'animal est anesthésié d'après notre méthode (*Société de Biologie,* 1883), en employant la dose de M. Bert, 10^{gr} de chloroforme pour 100^{lit} d'air. L'anesthésie étant produite, nous prenons, à l'abri de l'air, dans une artère ou dans une veine, 96^{cc} de sang que nous introduisons dans un appareil à distillation dans le vide; de cette manière nous obtenons d'abord les gaz du sang à la température de 40°, puis le liquide à 65° : l'expérience démontre que presque tout le chloroforme passe en vapeur avec les gaz. Ceux-ci sont alors agités avec de l'eau distillée jusqu'à ce que tout le chloroforme soit dissous, ce qui s'obtient par quatre à cinq lavages successifs, à l'abri de l'air. Enfin les liquides de lavage et le liquide distillé sont réunis; supposons que le volume total soit de 181^{cc}. Il est indispensable de constater si l'eau distillée réduit la liqueur bleue, fait qui se rencontre assez souvent dans nos laboratoires.

» *b. Réduction de la liqueur de Barreswil.* — On introduit $18^{cc},7$ des liquides réunis dans un tube scellé, dont on a chassé l'oxygène à l'aide d'un courant de CO^2 et, après y avoir mis 1^{cc} de liqueur bleue, le tube est ensuite placé dans l'eau bouillante pendant dix minutes (à côté, un tube témoin, renfermant la même eau et la même liqueur, nous fait voir par la persistance de sa coloration que la réduction survenue dans le tube scellé

ne dépend ni de la température ni de l'eau distillée). Après ce laps de temps, on retire le tube, on constate qu'il y a réduction incomplète indiquant un excès de liqueur par rapport au chloroforme.

» En opérant de la même manière, mais en mettant $0^{cc},9$, $0^{cc},8$, $0^{cc},7$, $0^{cc},6$, $0^{cc},5$, $0^{cc},4$ de liqueur bleue, on arrive à une limite où $0^{cc},4$ n'est pas tout à fait réduit ; il reste encore une légère teinte bleue, tandis que $0^{cc},3$ est complètement réduit ; le liquide après le dépôt est décoloré : donc la quantité de chloroforme correspond à $0^{cc},3$ de liqueur cupropotassique. Reste à déterminer la valeur de celle-ci en chloroforme.

» *c. Liqueur titrée de chloroforme.* — On compose un mélange de $0^{cc},5$ de chloroforme et de $2^{kg},800$ d'eau distillée, on agite à l'aide d'un moteur hydraulique pendant une journée; la solution devient complète : $18^{cc},7$ de liqueur titrée renferment $0^{gr},005$ de chloroforme.

» En agissant avec ce liquide comme avec le liquide de lavage, on voit que $18^{cc},7$ décolorent $0^{cc},3$ de liqueur de Barreswil.

» Dès lors, nous avons tous les éléments pour résoudre le problème : quelle est la quantité de chloroforme contenue dans les 96^{cc} de sang enlevé à l'animal ?

» Nous savons que $18^{cc},7$ de liquide de lavage correspondent à $0^{cc},3$ de liqueur bleue ; quelle est la quantité x de liqueur bleue qui correspond à 181^{cc} de liquide de lavage renfermant tout le chloroforme des 96^{cc} de sang ?

» On a ainsi $\frac{18^{cc},7}{0,3} = \frac{181}{x} = 2^{cc},9$ de liqueur bleue; mais $0^{cc},3$ de liqueur bleue correspond à $0^{gr},005$ de chloroforme ; on aura

$$\frac{0^{cc},3}{0,005} = \frac{2^{cc},9}{x} = 0^{gr},0483 \text{ de chloroforme des } 96^{cc} \text{ de sang,}$$

ou bien

$$\frac{96}{0,048} = \frac{x}{1} x = 2000,$$

c'est-à-dire qu'il existe 1^{gr} de chloroforme dans 2000^{cc} de sang.

» Nos expériences, au nombre de sept, indiquent des chiffres qui varient de 1800 à 2181.

» Nous pouvons donc admettre que la dose *anesthésique* est de 1^{gr} de chloroforme pour 2^{lit} de sang environ, ou $\frac{1}{2000}$ (1). »

---

(1) Ce travail a été fait au Muséum d'Histoire naturelle, dans le Laboratoire de Physiologie générale dirigé par M. le professeur Rouget.

» D'autres analyses multiples nous ont également montré que la *dose mortelle* est excessivement voisine de la *dose anesthésique,* ce qui est un danger dans la chloroformisation. »

ZOOLOGIE. — *Recherches sur les Infusoires parasites. Sur quinze Protozoaires nouveaux.* Note de M. G. KUNSTLER, présentée par M. E. Blanchard.

« Découvert par Donné, étudié par Kölliker, Scanzoni, Haussmann, Bennig, Leuckart, etc., le *Trichomonas vaginalis* est l'un des Protozoaires les moins bien connus; les descriptions qui en ont été publiées par les auteurs dont je cite ici les noms n'ont été reproduites qu'avec la plus grande réserve par certains micrographes; cette prudente manière d'agir est pleinement justifiée par mes recherches.

» J'ai observé le *Trichomonas vaginalis* à l'hôpital de la ville de Bordeaux, et c'est à la parfaite obligeance de M. le professeur Pitre que je dois d'avoir pu l'étudier. Cet organisme a une forme assez changeante et se présente sous des aspects variés; elle peut être fusiforme, piriforme, ovoïde, globuleuse ou contournée en spirale. Ces modifications de sa configuration extérieure se succèdent plus ou moins rapidement sous l'œil de l'observateur; fréquemment, on observe l'existence de véritables pseudopodes répandus sur toute la surface du corps, ou plus souvent localisés à son extrémité postérieure, d'une manière analogue à ce qui se voit chez certaines Cercomonades. Son extrémité antérieure porte quatre flagellums accolés entre eux à la base dans une étendue variable, ce qui les rend très difficiles à distinguer les uns des autres. L'être progresse en tournant autour de son axe longitudinal. Du point d'insertion de ces flagellums part une membrane crénelée se dirigeant vers l'extrémité postérieure du corps et animée d'un très rapide mouvement ondulatoire; cette expansion mobile a été à tort prise pour une rangée de cils vibratiles; ses dimensions sont peu considérables, et il est difficile de la reconnaître dans les préparations. Cette membrane est fixée dans toute l'étendue de son bord basilaire sur une côte longitudinale s'étendant de l'extrémité antérieure du corps à son extrémité postérieure; cette côte se prolonge souvent en arrière en une queue pointue plus ou moins longue. A la base des flagellums se trouve l'ouverture buccale qui donne entrée dans un tube œsophagien d'aspect rigide et d'une certaine longueur. Au côté de ce conduit, ou bien près de son extrémité inférieure, est placé un noyau quelquefois globuleux, mais

plus fréquemment aplati et allongé. La totalité du protoplasma qui constitue le corps du *Trichomonas vaginalis* présente une structure vacuolaire, telle que je l'ai décrite dans de précédents Mémoires. Les vacuoles contiennent le plus ordinairement des granules très apparents.

» La Tortue bourbeuse est l'hôte d'un remarquable organisme qui me semble devoir être rangé dans le voisinage d'un être singulier que j'ai décrit autrefois sous le nom de *Giardia agilis*, en lui attribuant « dans les arrangements systématiques une place intermédiaire entre certains Schizomycètes (Vibrions, Spirilles) et les Monades »; contrairement à ce qui a lieu pour la *Giardia agilis*, le parasite dont il est question est excessivement abondant dans l'intestin qu'il habite, et on peut l'y rencontrer en nombre immense. Son corps est formé de deux régions, l'une antérieure, renflée, l'autre plus mince, s'atténuant postérieurement, souvent prolongée en filament; cette sorte de queue joue le rôle d'un organe locomoteur. La région antérieure, d'apparence délicate, laisse voir facilement une structure vacuolaire, et elle est entourée d'un manchon lâche, plissé et bosselé; elle porte un énorme flagellum qui, à sa base, présente un diamètre presque égal à celui du corps, mais qui s'atténue rapidement et atteint une longueur remarquable. La striation de ce flagellum est très facilement mise en évidence par les réactifs. Cet organisme paraît présenter un singulier mode de reproduction; des bourgeons se forment sur la portion antérieure du corps, puis semblent se détacher pour se transformer peu à peu en êtres parfaits. Dans le même intestin, se trouve un autre Flagellé présentant une certaine ressemblance extérieure avec le *Chilomonas paramœcium*. De plus, on y remarque un autre être ressemblant à un Cercomonas ordinaire et paraissant habiter de préférence la vésicule biliaire. Dans le sang du même hôte se trouve un parasite fort rare, que je crois être très voisin du *Trypanosoma*.

» L'*Heteromita Lacertæ*, grossi (ou mieux peut-être le *Boda Lacertæ*), présente une bouche entourée d'un petit bourrelet circulaire et un tube œsophagien; son noyau présente le plus souvent une complexité de structure singulière et laisse voir des variations qu'il serait trop long d'énumérer. Corps à structure aréolée; reproduction par division transversale. Avec cet être vit, dans l'intestin du *Lacerta, viridis* un petit Flagellé piriforme à quatre longs filaments locomoteurs, à la base desquels se trouve un lobule qui donne entrée dans un court tube œsophagien. Sur le côté gauche du corps se voit une côte longitudinale.

» L'Hydrophile présente dans son intestin un petit être à quatre flagel-

lums accolés à la base, pourvue d'un noyau et, à la région postérieure du corps, d'une grosse vacuole ressemblant à une vésicule contractile. Chez le même insecte se trouve une amibe; à l'état jeune elle change de forme et émet des pseudopodes par toute sa surface; mais, lorsqu'elle a atteint son complet développement, elle est digitiforme et ses mouvements sont localisés à la région antérieure du corps. Il existe un noyau et peut-être une vésicule contractile.

» Dans l'intestin des larves de Tipules on trouve deux Flagellés, l'un globuleux, piriforme, à deux flagellums, l'autre allongé, tordu en spirale et possédant également deux filaments locomoteurs.

» La larve d'un Rhizotrogus présente un Flagellé costulé, très analogue à l'être que j'ai autrefois décrit chez le *Melalontha vulgaris;* il possède une bouche, un noyau, une queue, etc. Un autre Flagellé, globuleux, a quatre flagellums antérieurs, et un postérieur se trouve avec le précédent.

» Je signalerai encore l'existence d'un *Nyctotherus* de petite taille dans l'intestin de la larve de l'*Oryctes nasicornis,* d'un Flagellé dans la cavité générale du *Toxopneustes lividus,* d'un autre être du même groupe dans le tube digestif du Dytique, d'un *Trypanosoma* dans le sang du *Cavia*, et enfin d'une petite Planaire dans l'intestin du Solen. »

ZOOLOGIE. — *Sur la Lamproie marine.* Note de M. L. Ferry, présentée par M. E. Blanchard.

« Nous avons présenté à l'Académie, le 12 mars 1883, une Note dans laquelle nous exposions que la Lamproie marine se reproduit par voie d'accouplement. La présente Note contient le résumé de nos observations relatives au mode d'accouplement et à la conformation des organes de reproduction. Afin de lui donner plus de précision, nous y avons relaté les dates se rapportant à la remonte de l'année 1883, laquelle a été favorisée par la hauteur des eaux pendant les mois de mars et d'avril et nous a permis d'étudier un grand nombre de sujets.

» Nous avons ouvert une Lamproie femelle, prise dans la rivière d'Allier le 28 avril. Les œufs, encore loin d'être mûrs, se montrent sur les deux faces de l'ovaire; ils ont la grosseur d'une graine de pavot et une teinte grise légèrement orangée; l'anus présente deux ouvertures distinctes.

» Nous avons étudié un mâle pris à la même époque; la laitance qui n'est pas mûre offre l'aspect d'une matière cérébrale, elle est disposée de la même manière que les œufs dans l'ovaire. Les conduits péritonéaux, ainsi

que les deux uretères, débouchent dans la cavité d'un cloaque de forme ovale, d'un blanc rosé, qui reçoit également l'intestin. Ce réservoir n'a qu'une seule ouverture à l'extérieur; il contient l'organe nécessaire à la reproduction, lequel ne devient visible qu'à l'époque de l'accouplement.

» Enfin, le 20 mai, après une période de journées chaudes qui avaient hâté la maturité des œufs, nous avons appris qu'un passage de Lamproies avait lieu à Geugnon, dans l'Arroux, petite rivière qui se jette dans la Loire, près de Digoin (Saône-et-Loire); nous nous y sommes rendu immédiatement et, favorisé par un temps calme et des eaux transparentes, nous avons pu étudier l'accouplement.

» Les Lamproies se construisent de véritables nids; elles choisissent les endroits les plus rapides de la rivière, dont le fond est garni de cailloux assez volumineux; on les rencontre parfois et principalement de grand matin par groupes de 8 à 10 individus; elles se collent la bouche sur l'un des cailloux à l'emplacement choisi, l'arrachent du lit, vont le déposer quelques mètres en arrière et répètent cette opération jusqu'à ce qu'elles aient creusé un trou circulaire dont le seuil opposé au courant est encore garni des gros caillous formant le lit; les dimensions de ce nid varient de $0^m,50$ à 2^m de diamètre et $0^m,30$ à $0^m,60$ de profondeur, suivant le nombre des individus qui doivent s'en servir.

» La femelle se colle la bouche sur l'une des pierres du seuil et son corps, repoussé par le courant, se fixe suivant la courbure intérieure du nid en se retournant légèrement. C'est alors que le mâle vient à son tour fixer sa bouche soit sur une pierre voisine, soit sur le dos de la femelle et que, favorisé par le courant, il arrive à s'accoupler avec elle. Un mâle saisi immédiatement après l'accouplement nous a permis de constater l'existence d'un organe faisant à l'extérieur une saillie de 10^{mm}, présentant la forme d'un petit cône de couleur rouge, extrêmement pointu, très favorable à la projection; une simple pression des doigts sur le ventre, au moment de la capture, a produit une émission de laitance à $0^m,03$ de distance.

» Les œufs, de même que la laitance, n'arrivent à maturité que successivement : nous avons pris des Lamproies dans lesquelles nous avons remarqué des œufs mûrs descendus dans la cavité abdominale, tandis que l'ovaire était encore, dans la partie la plus rapprochée du foie, garni d'œufs bien loin d'être arrivés à maturité.

» Il est donc certain que l'accouplement est plusieurs fois répété pour le même individu et pendant plusieurs jours.

» Cet accouplement est de très courte durée, et l'on conçoit facilement

qu'il en soit ainsi, puisque la quantité de laitance nécessaire à la fécondation se trouve réunie dans la partie de l'abdomen la plus rapprochée du foie et qu'il suffit d'une contraction de l'animal pour la chasser dans les péritonéaux qui la conduisent à l'extérieur.

» Les pêcheurs au courant des habitudes des Lamproies attendent que l'une d'elles se retire du nid pour la saisir, dans la crainte, au moment de l'entrelacement, de faire sauver toutes celles qui s'y trouvent réunies. La pêche se fait au moyen de pinces en bois ou en fer, d'après le mode indiqué par M. Blanchard (*Poissons des eaux douces de la France*, p. 514).

» La laitance suit dans la femelle, mais en sens inverse, la même marche que dans le mâle : les péritonéaux l'amènent dans la cavité abdominale où se trouvent réunis les œufs arrivés à maturité.

» A cette période, les œufs, dont la grosseur varie de $\frac{8}{10}$ à $\frac{9}{10}$ de millimètre, offrent un aspect métallique; la teinte en est d'un gris bleuâtre; ils sont tenus en suspension dans un liquide incolore d'une grande fluidité.

» La fécondation est suivie d'une sorte d'incubation intérieure pendant laquelle la femelle recherche un endroit propice à la ponte et offrant à ses petits, au moment de l'éclosion, une habitation facile et une nourriture abondante, c'est-à-dire une eau relativement calme et un fond de sable gras qu'ils puissent fouiller aisément.

» Aucune de ces conditions ne se trouverait remplie par les nids que nous avons étudiés; la vitesse du courant y varie de $1^m,20$ à $1^m,25$; les œufs libres et petits de la Lamproie, s'ils étaient disposés sur ces fonds rapides, seraient immédiatement dispersés et entraînés au loin.

» Nous avons exposé la marche suivie par les œufs pour passer de l'intérieur à l'extérieur; si l'on veut provoquer soi-même la ponte des œufs d'une Lamproie pêchée au moment favorable, il est nécessaire de saisir l'animal par la queue, afin de ramener les œufs vers le foie, de placer le poisson sur une table et d'opérer ensuite une légère pression sur le ventre, en appuyant de bas en haut et en allant de la tête vers la queue.

» Nous dirons, en terminant, que nous avons trouvé chez quelques sujets, tant mâles que femelles, une disposition qui favorise la fécondation et la ponte; chez ces privilégiés, les péritonéaux sont placés à la partie inférieure de la cavité abdominale, les pavillons vis-à-vis de la pointe du foie; ils suivent cette partie inférieure, traversent le corps diagonalement, puis viennent se rattacher à la partie supérieure qu'ils suivent pour redescendre ensuite directement à l'anus. »

ENTOMOLOGIE AGRICOLE. — *Sur les chenilles des fleurs de citronnier.* Note de M. **Laugier**, présentée par M. E. Blanchard.

« J'ai l'honneur de signaler à l'Académie les ravages, à Menton, d'une chenille qui ronge les boutons à fleurs et les fleurs du citronnier. Nous avons observé pour la première fois cette chenille dans le courant du mois d'août 1882.

» Le papillon que nous a donné cette chenille, dans nos éducations, à la station agronomique de Nice, paraîtrait, d'après les recherches faites avec le concours de M. Poujade, préparateur au Muséum, identique à celui qui a été décrit, il y a quelques années, par M. Millière, sous le nom d'*Acrolepia citri*, et dont les chenilles avaient été trouvées seulement dans l'écorce de fruits de cédratiers venant de Corse. Ces fruits de cédratier avaient été envoyés à M. Milne Edwards et transmis par lui à M. Millière. Il en résulterait que nous aurions signalé, le premier, les ravages sur les fleurs du citronnier des chenilles de ce papillon et son existence dans les Alpes-Maritimes. Le développement de ces papillons est très rapide et plusieurs générations se succèdent, d'après nos observations, dans l'année, sur les citronniers. Heureusement, leur évolution est entravée par un insecte parasite, appartenant à l'ordre des Hyménoptères, que nous avons obtenu de plusieurs chrysalides, dans nos éducations. D'après M. Poujade, ce parasite, du genre *Elasmus*, n'aurait pas encore été signalé, du moins en tant que parasite de l'*Acrolepia citri*. Nous espérons pouvoir continuer, cette année, nos recherches sur la chenille des fleurs du citronnier et les moyens de combattre ses ravages. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur un utérus gravide de* Pontoporia Blainvillei. Note de M. **H.-P. Gervais**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Parmi les objets recueillis par M. Lebrun, naturaliste attaché à l'expédition chargée d'observer, sur les côtes de Patagonie, le passage de Vénus sur le disque solaire, échantillons recueillis sur les indications de MM. les professeurs Alph. Milne-Edwards et Pouchet, se trouvent plusieurs Cétacés appartenant au genre *Pontoporia*, animaux voisins des Inias et fréquentant, comme ces derniers, les embouchures des grands fleuves du continent sud-américain. Le *Pontoporia Blainvillei*, seule espèce du genre, se trouve plus particulièrement dans le rio de la Plata; c'est dans les eaux

de Montevideo que les sujets qui font l'objet de la présente Note ont été pris par M. Lebrun pendant les mois de juillet et d'août 1882 et 1883, époque à laquelle ces dauphins se rapprochent des côtes, comme le font tous les Cétacés, pour mettre bas et surveiller leurs petits.

» Laissant de côté pour le moment tout ce qui a trait aux particularités anatomiques que j'ai pu observer sur deux organes génitaux appartenant l'un à une femelle dont l'utérus était gravide, l'autre à un sujet dont le même organe était à l'état normal, je ne parlerai dans la présente Note que du fœtus et des membranes fœtales appartenant au premier de ces animaux.

» Comme dans tous les cas signalés jusqu'ici par les anatomistes, c'est dans la corne gauche de l'utérus que s'est développé le fœtus : il y est placé horizontalement, la tête regardant en dehors vers l'extrémité de la corne, le dos appuyé vers le fond de cet organe et la queue repliée sur elle-même occupant la partie de cette corne voisine de la commissure avec la corne droite. Dans une telle attitude, il est à supposer qu'au moment de la parturition la moindre contraction de l'utérus devait amener la tête du fœtus dans la cavité du corps de l'utérus et que l'expulsion devait avoir lieu la tête la première, dans une position analogue à celle que l'on désigne en gynécologie sous le nom de *présentation occipito-iliaque gauche antérieure*.

» Une incision pratiquée transversalement vers le fond de la corne gravide nous a permis de voir que, au-dessous des parois de cet organe et le tapissant en entier, se trouvait un *chorion* assez épais et villeux formant, comme chez tous les Cétacés, un placenta diffus. Les villosités de ce chorion, très serrées les unes contre les autres dans toutes les parties correspondant aux faces antérieure, postérieure et inférieure de la corne gauche au corps de l'utérus et à sa corne droite, sont au contraire plus clairsemées dans toute la région qui tapisse le fond de la corne gravide, c'est-à-dire dans toute la partie recouvrant la région dorsale du fœtus.

» Je n'ai pas constaté, sur les pôles de cette membrane correspondant à l'extrémité de chaque corne, de partie dénudée représentant les *aires lisses* décrites par Turner ; les villosités étaient très serrées et très développées sur ces deux points. Mais l'*aire lisse* décrite par l'anatomiste anglais était au contraire très apparente dans la partie du chorion qui passe au-dessus du col de l'utérus, point où la membrane est sensiblement amincie, complètement lisse sur un espace circulaire de $0^{m},02$ de diamètre environ et pourtant pourvue dans son épaisseur d'un riche réseau de capillaires, rendus fort apparents après une injection des vaisseaux placentaires.

» En incisant le chorion, on pénètre dans une vaste *cavité allantoïdienne* occupant toute la partie inférieure de la corne gauche, le corps de l'utérus et la corne droite de cet organe. L'*allantoïde*, après avoir tapissé toute la surface du chorion appliqué sur les régions que je viens d'indiquer, se réfléchit bientôt sur l'*amnios*, qu'elle double dans toute la partie externe correspondant à la face ventrale du fœtus pour envelopper ensuite les vaisseaux ombilicaux.

» Un repli allantoïdien s'étend de l'amnios au chorion au niveau de la région caudale du fœtus, divisant ainsi la cavité allantoïdienne en deux cavités secondaires largement ouvertes.

» L'*amnios* forme une vaste poche dans laquelle est logé le fœtus. La membrane qui la constitue adhère directement au chorion sur toute une surface elliptique correspondant au fond de la corne gravide, puis elle abandonne le chorion pour se réfléchir en avant, envelopper le fœtus et gagner sa région ombilicale. Elle est doublée dans toute cette partie non adhérente au chorion par l'allantoïde.

» L'amnios présente dans toute la région voisine du cordon ombilical et sur le cordon lui-même un grand nombre de petits corps hippomanes finement pédiculés.

» Nous n'avons trouvé aucune trace de *vésicule vitelline;* la muqueuse utérine était aussi dépourvue de *caduque*.

» Une coupe transversale du cordon ombilical montre qu'il est formé de deux veines placées extérieurement, de deux artères situées en dedans de ces veines et bordant elles-mêmes un canal central qui est l'ouraque. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un bolide observé à Evreux, dans la soirée du 23 septembre.* Note de M. H. Dubus.

« Le 23 septembre, vers $10^h 40^m$ du soir, par un ciel sans nuages, mais brumeux, j'aperçus un bolide dont la lumière était intense. Il présentait une teinte vert pâle, et laissait derrière ui une traînée d'étincelles rougeâtres disparaissant instantanément. Il semblait se mouvoir lentement, suivant une trajectoire dont la courbe très ouverte se rapprochait beaucoup d'une ligne droite du sud au nord. Il passa à 6° au-dessous d'Altaïr de la constellation de 'Aigle, qu'il dépassa peu, et sa lumière s'éteignit. A ce moment, il se sépara en fragments qui suivirent sensiblement la même direction, en s'écartant sur deux lignes formant un angle très aigu, et qui disparurent en une seconde. Ces fragments présentaient une teinte rougeâtre, de même que les étincelles de la traînée. Je ne puis donner plus de points de repère, précisant sa marche, vu l'état brumeux de l'atmosphère qui voilait une partie des étoiles.

» La durée totale du phénomène, depuis le moment où j'ai commencé à voir le bolide jusqu'à la disparition des fragments, a été de 3 secondes, pendant lesquelles il a parcouru un arc d'environ 20°. Je n'ai entendu aucune détonation. »

M. V.-G. de la Cruz adresse, de Barcelone, un Tableau des réactions qui servent à distinguer entre eux les alcools primaires, secondaires et tertiaires.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 septembre 1883.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. CVII. Paris, Imp. nationale, 1883; in-4°.

Ministère de la Marine et des Colonies. Mémorial de l'Artillerie de la Marine; t. XI. 1re liv. Paris, Baudoin, 1883; texte in-8° et planches in-folio.

Tables analytiques et alphabétiques des matières contenues dans les dix premiers volumes du Mémorial de l'Artillerie de la Marine (t. I à X inclusivement). Paris, Baudoin, 1883; in-8°.

Aide-Mémoire d'Artillerie navale, 1883, 1re livr. Paris, Baudoin, 1883; texte in-8° et planches in-folio.

Rapport sur les travaux des conseils et commissions d'hygiène et de salubrité publiques du département d'Alger en 1882. Alger, Imp. Casabianca, 1883; br. in-8°. (2 exemplaires.)

Notes scientifiques extraites des Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris; par P. Mansion. Janvier 1880 à juin 1883. Bruxelles, A. Vromant, 1883; in-8°.

Bulletin des travaux de la Société médico-pratique de Paris; années 1878-1882. Paris, Ed. Duvuy, 1883; in-8°.

Le premier congrès des médecins grecs tenu à Athènes au mois d'avril 1882. *Compte rendu sommaire des séances, rédigé et publié par le* Dr C. STEKOULIS. Constantinople, Imp. Castro, 1883; gr. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Travaux du conseil d'hygiène et de salubrité du département de la Gironde pendant l'année 1882; t. XXIV. Bordeaux, Imp. de Lanefranque, 1883; in-8°.

Les chaudières à vapeur, leur installation et leur conduite; par J. LARUELLE. Bar-le-Duc, imp. Jacquet, 1883; br. in-12.

Troisième Note sur les Dinosauriens de Bernissart; par M. L. DOLLO. Bruxelles, imp. Hayez, 1883; br. in-8°. (Extrait du *Bulletin du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique.*)

Les systèmes d'évacuation des eaux et immondices d'une ville; par M. le Dr VAN OVERBEEK DE MEIJEIR. Paris, G. Masson et J.-B. Baillière, 1880-1883; 3 br. in-8°.

La situation monétaire des Pays-Bas en 1883; *par* A. VROLIK et N.-G. PIERSON. Amsterdam, Van Kampen et Zoon, 1883; br. in-8°.

Results of astronomical observations made at the Radcliffe Observatory Oxford in the year 1880; vol. XXXVIII. Oxford, James Parker, 1883; in-8°. relié.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 1er OCTOBRE 1883.

Ministère du Commerce. Annuaire statistique de la France; sixième année, 1883. Paris, Imp. nationale 1883; gr. in-8°.

Ministère du Commerce. Service de la statistique générale. Résultats statistiques du dénombrement de 1881, *France et Algérie.* Paris, Imp. nationale, 1883; gr. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne; année 1882-1883. Châlons-sur-Marne, A. Denis, 1883; in-8°.

La Platinotypie, exposé théorique et pratique d'un procédé photographique

aux sels de platine, permettant d'obtenir rapidement des épreuves inaltérables; *par* M. J. Pizzighelli et M. le baron Hübl, traduit de l'allemand par M. Henry Gauthier-Villars. Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-8°.

Proceedings of the royal Irish Academy; n°s 4, 9 et 10, december 1882, january, june 1883. Dublin, 1883; 3 liv. in-8°.

The transactions of the royal Irish Academy; october, november 1882, january, june 1883. Dublin, 1883; 4 liv. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 OCTOBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Sur la force des matières explosives;* par M. **Berthelot.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un nouvel Ouvrage *Sur la force des matières explosives, d'après la Thermochimie* (¹). C'est le fruit des recherches expérimentales que je poursuis depuis treize ans et qui sont consignées dans plus de cinquante Mémoires, imprimés dans nos *Comptes rendus*.

» Engagé dans ce nouvel ordre d'études par les événements de 1870, j'ai pu trouver les ressources et les moyens d'action nécessaires à leur exécution, grâce à la désignation que l'Académie a bien voulu faire de mon nom au Ministre de la Guerre, et à ma nomination par ce dernier comme Président de la Commission des substances explosives.

» Le présent Ouvrage expose une théorie générale des matières explosives, d'après la seule connaissance de leur métamorphose chimique et de leur chaleur de formation.

» La mesure de leur chaleur de formation repose sur un vaste ensemble

(¹) 2 volumes in-8°, chez Gauthier-Villars, avec figures et index.

d'expériences personnelles, relatives aux composés oxygénés de l'azote et à leurs sels; aux composés du même élément avec l'hydrogène, le soufre et le carbone; aux composés oxygénés du chlore, aux éthers azotiques, aux composés nitrés et aux dérivés azoïques.

» L'exposé de ces expériences, joint aux recherches que j'ai faites sur la fixation électrique de l'azote, constitue le second Livre de l'Ouvrage.

» Le premier Livre est consacré aux notions générales, entre autres au développement de ma théorie du mode de propagation des phénomènes explosifs et spécialement de l'onde explosive, dont la découverte les éclaire d'un jour tout nouveau.

» Les principes et les données numériques étant ainsi posés, je les ai appliqués dans le troisième Livre à définir en particulier la force des matières explosives, telles que les gaz détonants, les composés explosifs non carbonés, les éthers azotiques, nitroglycérine, nitromannite, les dynamites, la poudre-coton et les celluloses azotiques, les picrates, le fulminate de mercure, etc.; en terminant par les poudres à base d'azotates et de chlorates.

» C'est ainsi que la théorie permet de retracer *a priori* le tableau général de toutes les matières explosives connues et possibles, et d'assigner à l'avance l'énergie propre à chacune d'elles.

» Un Appendice renferme l'histoire des origines de la poudre et des matières explosives.

» J'ai donné beaucoup de temps et de soin à la rédaction des Tables analytiques et des longs Index alphabétiques qui terminent l'Ouvrage, soutenu par l'espérance que le lecteur en tirerait quelque fruit. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Rapport sur le tremblement de terre ressenti à Ischia, le 28 juillet 1883; causes probables des tremblements de terre;* par M. **Daubrée** [1].

TREMBLEMENT DE TERRE D'ISCHIA.

« Conformément au désir que l'Académie a bien voulu exprimer, sur la proposition de M. Dumas, d'être renseignée sur le désastreux tremblement de terre qui a ravagé Ischia, le 28 juillet dernier, je vais l'en entretenir

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée en entier aux *Comptes rendus*.

pendant quelques instants : j'aurai recours pour cela aux deux Rapports qu'a faits M. l'Ingénieur des Mines Baldacci, que M. l'Inspecteur général des Mines Giordano a envoyé à deux reprises sur les lieux. Ces Rapports m'ont été communiqués avec une extrême obligeance, dont je tiens à remercier vivement ces deux savants ([1]).

» L'île d'Ischia, voisine de l'île de Procida, appartient au groupe volcanique des Champs Phlégréens, qu'un bras de mer de 3^{km} seulement en sépare.

» La constitution géologique de l'île d'Ischia est bien connue ([2]). Cette île n'a que 9^{km} dans sa plus grande dimension; vers son centre s'élèvent les crêtes dentelées de l'Epomeo, dont l'altitude est de 592^{m}.

» La partie la plus ancienne de l'île est formée par le tuf de l'Epomeo qui contient des débris de roches feldspathiques et de pierre ponce, ainsi que des coquilles marines annonçant que ces dépôts se sont produits sous la mer. Sur le tuf sont superposés, çà et là, des dépôts de pierre ponce avec des roches trachytiques qui se montrent à Monte Rotaro, à Montagnone, à Tabor et ailleurs. Sur le tuf de l'Epomeo repose un produit de la décomposition de cette roche, passant quelquefois à une argile plastique propre à la fabrication des briques.

» Un dépôt littoral de gravier et d'argile contenant de nombreux fossiles marins, d'espèces actuellement vivantes, indique qu'une partie considérable de l'île était encore submergée à une époque très récente.

» Sur ce dépôt argileux est bâti Casamicciola, sur le versant septentrional de l'Epomeo.

» Plusieurs éruptions volcaniques ont eu lieu à Ischia depuis les temps historiques : une d'elles, signalée par Pline et Strabon, qui aurait détruit en partie une colonie d'Erythréens; une autre, vers l'année 470 avant notre ère, a été fatale à une colonie de Syracusains; une troisième serait comprise entre les années 352 et 400 avant notre ère; une autre est de l'année 89 avant notre ère; enfin on en a signalé plusieurs comme étant survenues entre l'an 79 et 81, entre 138 et 161, sous Antonin le Pieux, et sous Dioclétien, entre 284 et 305. Le dernier épanchement de la lave survenu dans cette île, en 1301, est représenté par la belle coulée trachytique de

---

([1]) De son côté, M. de Rossi prépare une relation de l'événement dont j'ai déjà reçu un fragment.

([2]) Notamment d'après les études de M. Ferdinand Fonseca et de M. le Dr C.-W.-C. Fuchs.

l'Arso. Ce repos de moins de six siècles n'est pas de nature à faire croire que le volcan soit éteint, puisque antérieurement il avait été environ mille ans sans se réveiller.

» D'ailleurs, l'activité volcanique se manifeste encore par les jets de vapeur d'eau et les sources thermales qui se montrent de toutes parts dans l'île, et particulièrement dans la partie septentrionale.

» En parcourant la côte de l'est à l'ouest, on rencontre les sources thermales de Pontano, de Fornello et Fontana, près d'Ischia; les jets de vapeur et les sources thermales de Castiglione près de la pointe de ce nom; les jets de vapeur de Cacciuto sur la lave trachytique du Tabor; les nombreuses et abondantes sources thermales de Gurgitello a Monte, tout près de Casamicciola, avec leurs forts dégagements d'acide carbonique; la fumerolle de Monte-Cito, à l'ouest de Casamicciola, qui donnait récemment beaucoup de vapeur d'eau et d'acide sulfureux par des fractures du tuf de l'Epomeo; enfin les sources thermales que l'on utilise aux bains Cotugno ou Paolone, près de Forio et qui jaillissent des flancs du Monte-Nuovo. Les ruisseaux qui se rendent à la mer sont en partie alimentés par l'eau thermale, et le fond de la mer lui-même sur le littoral est à une température assez élevée ([1]). M. Baldacci considère toutes ces émanations comme correspondant à une grande fracture, un peu infléchie, se dirigeant de l'est à l'ouest.

» Deux jets de vapeur moins actifs sont à l'origine des deux grands éboulements qui, lors du tremblement de terre, se sont faits sur le versant de l'Epomeo, et ils sont probablement sur une cassure latérale parallèle à la première.

» Les émanations suivantes, qui se dirigent du nord-nord-ouest au sud-sud-est, appartiendraient à une seconde fracture. Ce sont, près de Lacco Ameno, les sources thermales de Santa Restituta; les jets de vapeur de San Lorenzo; la fumerolle déjà citée de Monte Cito; puis, sur le versant sud de l'Epomeo, les sources thermales de Fondolillo et les jets de vapeur de Testaccio. La vallée escarpée du Scarrupato, dans laquelle se trouvent ces dernières émanations, est à peu près dans le même alignement, et il en est de même des deux cours d'eau qui se dirigent en sens inverse vers le Nord.

([1]) Une source froide qui se trouve dans la partie haute de l'Epomeo, près de Monte Buceto, est amenée par un aqueduc à la ville d'Ischia. A Casamicciola, on se sert de citernes dans lesquelles on recueille l'eau de pluie.

» Ces deux fractures se croiseraient, à peu près à angle droit, à Monte Cito, presque sous la ville de Casamicciola.

» En outre, et d'après M. de Rossi, une cassure circulaire existe sur toute la périphérie de l'Epomeo, et le cône central serait plus récent que le reste de l'île, de même que le cône actuel du Vésuve est plus récent que la Somma.

» Il n'est pas inutile d'ajouter que toutes les sources thermales de l'île sont caractérisées par la présence du chlorure de sodium et du carbonate de soude.

» La secousse qui plongea dans la désolation cette riante contrée survint le 28 juillet, à 9^h25^m du soir. Elle fut accompagnée d'un mugissement épouvantable, qui dura, semble-t-il, une vingtaine de secondes.

» Casamicciola, Lacco Ameno furent comme rasés au niveau du sol, avec un grand nombre de victimes humaines; Serrara Fontana et d'autres localités éprouvèrent de moins grands dégâts. La commotion fut ressentie à Ischia, sans y produire de dommages. Elle fut sensible aussi à l'île de Procida et fut indiquée par des séismographes à l'Observatoire de Rome. Mais, en résumé, l'ébranlement violent fut très restreint.

» A Casamicciola et à Lacco Ameno, ce fut d'abord, pendant quelques secondes, une trépidation ou un sautillement d'une violence extrême (mouvement *subsultoire*) qui déchiqueta les édifices : le mouvement ondulatoire en différentes directions qui suivit a fait le reste. Il en fut de même à Forio.

» Quant aux phénomènes précurseurs de l'événement, les renseignements sont contradictoires : seulement il paraît certain que, peu de jours auparavant, on avait éprouvé quelques légères secousses avec de faibles bourdonnements; que les sources de Gurgitello et d'autres avaient montré de l'irrégularité dans leur volume et dans leur température et que la fumerolle de Monte Cito, à peu près inactive, s'était réveillée en émettant un sifflement particulier et de forts jets de vapeur accompagnés d'acide sulfureux ; d'autres jets de vapeur sont devenus beaucoup plus actifs dans les jours qui ont précédé et suivi le tremblement de terre. On dit aussi qu'à Forio, dans les citernes de San Pietro et de la partie haute de la ville, on avait observé une élévation de température de l'eau.

» Les édifices construits sur le trachyte à Lacco Ameno et à Monte Zale ont souffert incomparablement moins que ceux qui reposent sur les tufs de l'Epomeo et sur les argiles provenant de sa décomposition. Casamicciola était presque entièrement sur ces argiles, et l'on peut dire sans

exagération qu'il ne reste pas pierre sur pierre : il en est de même à Forio qui était également sur ce tuf. A Lacco, toutes les constructions reposant sur le trachyte résistèrent beaucoup mieux. Cette fâcheuse influence d'un sol peu solide a déjà été, autrefois, l'objet d'observations de M. Robert Mallet.

» Comme d'ordinaire, les points les plus ébranlés s'alignent sur les fractures principales du sol, particulièrement sur la fissure nord-nord-ouest à sud-sud-est, ainsi que sur celle qui contourne l'Epomeo; d'après M. de Rossi, qui a signalé cette dernière, elle serait comme jalonnée par les ruines les plus considérables.

» M. le professeur Palmieri avait pensé que la catastrophe se rattache à l'existence d'anciennes carrières et à la rupture des piliers qui les supportaient; ruptures produites par le tremblement de terre et facilitées près de Gurgitello par des affouillements dus aux eaux thermales. Mais il est à remarquer qu'à Casamicciola, non plus qu'aux environs, on n'a pu constater aucun abaissement du niveau du sol : toutes les routes conservent alors leur niveau. Il y a seulement eu des effondrements, mais peu profonds, sur les flancs de l'Epomeo, comme on vient de le voir.

» Antérieurement au 28 juillet dernier, l'île d'Ischia avait été souvent ébranlée avec violence.

» Un tremblement de terre, arrivé le 2 février 1828, avec une force extraordinaire, frappa particulièrement les environs de Casamicciola et détruisit les habitations. Celui du 7 juin 1862 fut beaucoup plus violent encore. En août 1867, les environs de Naples furent ébranlés par des secousses très sensibles à Ischia, et ce fut encore Casamicciola qui fut le plus éprouvé. Enfin, le 4 mars 1881, il s'en produisit sur le versant nord de l'Epomeo un autre dont Casamicciola souffrit beaucoup.

» Toutes ces secousses, y compris celle de cette année, doivent être attribuées à l'activité volcanique qui réside sous l'Epomeo et qui se réveille à certains intervalles.

» On aura la cause de la triste prérogative de Casamicciola en remarquant qu'il est situé sur un point faible, correspondant précisément à l'intersection de la fracture nord-nord-ouest à sud-sud-est et de la fracture circulaire.

CAUSES PROBABLES DES TREMBLEMENTS DE TERRE.

» Après avoir exposé les faits essentiels relatifs au tremblement de terre d'Ischia, je présenterai quelques observations relatives aux causes probables des tremblements de terre. Ces causes ont donné lieu depuis longtemps à

bien des conjectures; mais, dans ces derniers temps, des études nombreuses ont contribué à en préciser les caractères; plusieurs données expérimentales récentes tendent d'ailleurs à en éclairer le mécanisme.

» On sait que les secousses sont loin d'être réparties au hasard à la surface du globe. Les contrées dont les couches ont conservé leur horizontalité première, comme le nord de la France, une partie de la Belgique, la plus grande partie de la Russie, sont privilégiées sous le rapport de la tranquillité. Les commotions violentes se manifestent tout particulièrement dans les régions qui ont subi des accidents mécaniques considérables et ont acquis leur dernier relief à une époque récente, comme les Alpes, l'Italie, la Sicile.

» Les bandes de terrains qui sont ébranlées simultanément par une même secousse sont quelquefois fort restreintes, lors même que le choc est très violent; le plus souvent, elles comprennent des arcs de 5° à 15°, soit 300^{km} à 1500^{km}; rarement elles embrassent une fraction beaucoup plus notable de la surface du globe, comme lors de la célèbre catastrophe de Lisbonne, du 1er novembre 1755, qui s'étendit, sur 18° à 20°, jusqu'en Afrique et dans les deux Amériques, sur une surface égale à environ quatre fois celle de l'Europe, ou $\frac{1}{13}$ de la surface du globe.

» L'examen détaillé de beaucoup de tremblements de terre a permis de déterminer le centre de leurs secousses, ainsi que les contours des aires ébranlées. D'après la manière dont ces dernières surfaces se raccordent avec les lignes de dislocations préexistantes, plusieurs géologues des plus distingués, notamment MM. Dana, Suess et Albert Heim, ont considéré les secousses dont il s'agit comme se rattachant à la formation des chaînes de montagnes, dont elles seraient, en quelque sorte, la continuation.

» De toutes parts, en effet, l'écorce terrestre montre des effets gigantesques exercés par des pressions latérales qui se sont opérées à toutes les époques. Les couches ployées et reployées maintes fois sur des milliers de mètres d'épaisseur, ainsi que les grandes fractures qui les traversent, sont les témoins éloquents de ces actions mécaniques. Malgré la tranquillité apparente qui règne aujourd'hui à la surface du globe, l'équilibre n'y existe pas dans la profondeur, et les mouvements n'y sont pas arrêtés. On en trouve la preuve, non seulement dans les tremblements de terre, mais encore dans les mouvements lents du sol, d'élévation et d'abaissement, sorte de gauchissement qui continue à se manifester depuis les temps historiques dans toutes les parties du globe. On conçoit que des actions

lentes de ce genre, après des tiraillements plus ou moins prolongés, aboutissent à des mouvements brusques, comme Élie de Beaumont le supposait. On le voit aussi dans les expériences destinées à imiter les ploiements de couches, où des inflexions graduelles amènent tout à coup des fractures et des rejets.

» De simples écroulements, dans des cavités profondes, ont aussi été considérés comme pouvant donner naissance à des tremblements de terre, et c'est cette opinion qu'a adoptée M. Boussingault à propos des études bien connues qu'il en a faites dans les Andes.

» Rien ne prouve qu'il n'y ait pas de perturbations de ces diverses sortes dans l'intérieur du globe; mais on ne peut certainement les considérer comme la cause générale des tremblements de terre.

» Pour la plupart, les tremblements de terre sont, en effet, en connexion évidente avec les volcans. C'est dans le voisinage de ceux-ci qu'ils sont particulièrement fréquents, et, comme on le sait, toute éruption est annoncée par des tremblements de terre précurseurs, dont la violence se calme quand une bouche volcanique vient à s'ouvrir, donnant une issue à la vapeur d'eau, successivement cause de ces agitations souterraines et moteur de toutes les éruptions.

» La tension de la vapeur d'eau dans les réservoirs volcaniques peut être très élevée; c'est ainsi que celle qui force la lave à monter à plus de 3000^m au-dessus du niveau de la mer, au sommet de l'Etna, ne peut être inférieure à 1000 atmosphères.

» Une étude attentive des phénomènes confirme l'idée naturelle d'attribuer à la vapeur d'eau la cause de ces secousses, quelque violentes qu'elles soient.

» Pour qu'il en soit ainsi, il suffit que la vaporisation de l'eau ait lieu à une température élevée, par exemple à 1000°, température approximative des laves, et sous un volume qui soit de l'ordre de celui de l'eau liquide dont la vapeur provient. Dans ces conditions, on doit admettre que la vaporisation est totale; car la *température critique* au-dessus de laquelle la liquéfaction de la vapeur doit être considérée comme irréalisable est, d'après M. Clausius, de + 332°. La pression, dont il est d'ailleurs possible d'avoir une évaluation approchée, devient alors comparable à celle des gaz explosifs les plus puissants et, par conséquent, capable de produire des effets dynamiques très considérables.

» Ces effets se produiraient encore à une température bien moins élevée que celle des laves, par exemple à 500°, dès qu'on admet que le volume

imposé à la vapeur est assez restreint pour correspondre à une densité de 0,8 ou de 0,9.

» Il n'est pas douteux que de telles conditions ne se réalisent dans les régions intérieures du globe où l'eau est confinée dans les espaces restreints et où elle est échauffée, comme les roches en fusion que nous voyons s'en épancher à la surface et qui ont jusqu'à 1000° et davantage. Une telle profondeur et une pareille température ne sont même pas nécessaires, comme on vient de le voir.

» Dans ces conditions de surchauffement, la vapeur d'eau acquiert une puissance dont les plus terribles explosions de chaudières ne donneraient pas une idée, si l'on n'en avait le résultat sous les yeux.

» Les tubes en fer d'excellente qualité dont je me suis servi autrefois, pour étudier l'action de l'eau surchauffée dans la formation des silicates, avaient un diamètre intérieur de 21^{mm} et une épaisseur de 11^{mm}. Ils faisaient quelquefois explosion et étaient projetés en l'air, avec un bruit comparable à celui d'un coup de canon. Avant d'éclater, les tubes se bombaient sous forme d'une ampoule, et c'est au milieu de cette ampoule que s'ouvrait une déchirure. Si le fer n'avait point de défauts et qu'on estimât qu'il conserve vers 450°, température à laquelle il était porté, la même ténacité qu'à froid, de telles déchirures supposeraient certainement une pression intérieure de plusieurs milliers d'atmosphères.

» Quelques centimètres cubes d'eau avaient suffi pour produire un tel effet; et, d'après la petitesse des dimensions intérieures du tube, comparée au volume de cette eau, la vapeur devait atteindre une densité voisine de 0,9.

» Cela posé, si l'on se reporte aux données que nous possédons sur les régions profondes du globe, il n'est pas difficile de concevoir des dispositions fort simples et telles, que la vapeur d'eau devienne explosive dans les conditions que l'on vient de déterminer et provoque brusquement ces chocs ou ces séries de chocs qui, trop souvent, se font sentir à la surface.

» Quelle que soit l'idée qu'on se fasse des réservoirs volcaniques, lors même que les masses fondues qui s'en épanchent sous forme de laves ne formeraient que des accidents circonscrits, comme des lacs intérieurs, on doit admettre comme très probable qu'entre ces masses en fusion, molles ou fluides, et les masses solides qui leur sont superposées, il existe des solutions de continuité.

» D'ailleurs, des cavités peuvent existe aussi dans les roches solides elles-mêmes qui sont superposées aux masses pâteuses.

» D'un autre côté, les pertes incessantes que subissent ces réservoirs intérieurs, par suite des quantités énormes d'eau à l'état de vapeur qui s'en dégagent chaque jour, doivent être réparées par une alimentation partant de la surface.

» J'ai montré par une expérience que cette alimentation peut se produire à travers les pores mêmes de certaines roches. La simple action de la capillarité agissant concurremment avec la pesanteur force l'eau à pénétrer, malgré les contre-pressions intérieures très fortes, des régions superficielles et froides du globe jusqu'aux régions profondes et chaudes, où, à raison de la température et de la pression qu'elle y acquiert, elle devient capable de produire de très grands effets mécaniques et chimiques.

» Que l'on suppose que l'eau pénètre, soit directement, soit après une étape dans une région où elle reste encore liquide, jusqu'aux masses en fusion, de manière à y acquérir subitement une tension énorme et une force explosive, on possédera la cause possible de véritables explosions antérieures et de chocs brusques dus à des gaz à haute pression.

» Si les cavités, au lieu de former un réservoir unique, sont divisées en plusieurs parties ou compartiments distincts, il n'y a pas de raison pour que la tension de la vapeur soit la même dans ces divers récipients, pourvu qu'ils soient séparés par des parois de roches. La pression peut être même très différente dans deux ou plusieurs d'entre eux. Cela admis, si un excès de pression brise une paroi de séparation ou que la chaleur la fonde et la fasse ainsi disparaître, de la vapeur à grande pression se mettra en mouvement et, en présence des masses solides qu'elle viendra frapper, elle se comportera de même que s'il y avait une formation brusque et instantanée de vapeur, comme on l'a supposé d'abord.

» Il est bien difficile d'établir, comme on a cherché à le faire, une démarcation tranchée entre les caractères des tremblements de terre des régions volcaniques proprement dites et ceux des régions dépourvues de volcans, telles que le Portugal, l'Asie Mineure (Chio, 3 avril 1881, cinq mille victimes), la Syrie, l'Algérie et en général le pourtour méditerranéen. Les manifestations externes les plus caractéristiques des uns et des autres sont les mêmes. Comme exemple entre mille, les tremblements de terre qui ont eu lieu non loin du Rhin les 17 décembre 1834, 24 janvier 1840, 22 février et 13 octobre 1841, 29 juillet 1846, et qui avaient pour centre d'ébranlement le lac de Laach et une partie de l'Eifel, pourraient servir également de trait d'union entre les deux groupes.

» Si, comme on le prétend, les mouvements intérieurs des roches étaient

une cause de véritables tremblements de terre, cela pourrait être, parce que ces mouvements intérieurs développeraient mécaniquement de la chaleur et provoqueraient ainsi la formation de vapeur d'eau.

» Mais, pour les régions récemment disloquées dont il s'agit, qui sont le siège de secousses si fréquentes, une autre cause est bien plus probable. Il y reste sans doute des interstices et des cavités intérieures qui permettent l'accès de l'eau jusqu'à des régions chaudes. La profondeur des foyers d'ébranlement des tremblements de terre a été estimée, dans divers cas, à 11^{km}, 27^{km}, 38^{km}, d'après des évaluations dont l'approximation ne peut être qu'assez grossière. En tout cas, cette profondeur, qui est très faible comparée à la grandeur du rayon terrestre, est assez forte pour que, d'après l'accroissement normal, la température y soit déjà très élevée et qu'il en soit de même pour l'eau qui y réside. Or, comme on vient de le voir, la température de 500° suffit déjà pour que l'eau cause de violentes explosions.

» Il est certain que, dans le plus grand nombre des cas, il est bien difficile d'admettre comme moteurs des tremblements de terre des chocs intérieurs entre des corps solides. Comment comprendrait-on, par exemple, qu'il en fût ainsi pour un tremblement de terre violent et étendu, comme celui de Lisbonne, du 1er novembre 1755? Dès 1760, John Mitchell tirait de ce mémorable exemple la conclusion que la vapeur d'eau intervient dans ces secousses aussi bien que dans les éruptions des volcans.

» Des effets manifestes d'explosions internes, sans doute dus à la production ou à la mise en mouvement subite d'une grande quantité de vapeur surchauffée, se montrent à l'époque actuelle et sans que l'événement soit des plus rares. Ainsi ces explosions sont exceptionnellement formidables dans la région de Java, et l'esprit se reporte naturellement sur celle qui vient de bouleverser, le 27 août dernier, lors de l'éruption du Rawatoë, la zone comprise entre cette île et Sumatra, qui a fait disparaître l'île de Krakatau et ses montagnes, en a soulevé d'autres, en faisant plus de quarante mille victimes.

» A une époque un peu plus éloignée de nous, la force explosive de gaz intérieurs a donné lieu à des cavités circulaires très remarquables, que l'on a nommées *cratères d'explosion* et qui sont bien connues, par exemple en Auvergne (lac Pavin) et dans le pays de l'Eifel, où les couches stratifiées ont été coupées nettement, comme à l'emporte-pièce.

» Ce dont sont capables, comme puissance mécanique, des gaz ainsi animés d'un mouvement rapide pouvait être à peine soupçonné jusqu'à ces

derniers temps, où l'on vit les effets des explosifs de la famille du fulmi-coton, de la nitroglycérine et de la dynamite. Les effets de l'air comprimé dans le fusil à vent ou celui des gaz de la poudre dans les armes à feu ont été singulièrement dépassés, depuis que l'on mesure des pressions de 6000 atmosphères et au delà.

» Dans les expériences où j'ai eu occasion d'étudier les gaz à très haute pression, pour expliquer l'action mécanique qu'un bolide arrivant avec une vitesse planétaire subit de la part de l'atmosphère qu'il refoule, on est surpris de voir la grande énergie de ces masses gazeuses. Elles gravent elles-mêmes profondément leur mouvement, comme avec un burin, dans les pièces d'acier qui leur sont opposées, et elles les réduisent elles-mêmes, en partie, en une poussière impalpable lancée dans l'atmosphère, à la manière des poussières ou cendres volcaniques. On n'est pas moins surpris, et cette remarque importe beaucoup pour l'explication qui nous occupe, de la faiblesse de la masse gazeuse qui produit de tels résultats; leur pression cause des ruptures qu'opérerait à peine la pression d'un poids 600 000 fois plus grand que celui du gaz.

» En résumé, des corps gazeux à forte pression, tels que de la vapeur d'eau suffisamment surchauffée, mis en mouvement de temps à autre, par un mécanisme très simple, tel que la nature peut et doit en présenter, rendent compte de toutes les particularités essentielles des tremblements de terre. Bien mieux que les ébranlements intérieurs de masses solides ou roches, ils expliquent leur régime, simulant des coups de bélier, leur violence, leur succession fréquente, leur récurrence sur les mêmes régions depuis bien des siècles; ils expliquent aussi leur prédilection pour les contrées disloquées, surtout si les dislocations en sont récentes, et leur subordination aux cassures profondes de l'écorce terrestre.

» Les tremblements de terre paraissent être comme des éruptions volcaniques étouffées, parce qu'elles ne trouvent pas d'issues, à peu près comme le pensait déjà Dolomieu.

» La puissance motrice des gaz dont nous voyons les effets gigantesques dans les jets ou protubérances lancés du Soleil avec des vitesses et des pressions colossales paraît aussi être assez considérable dans les profondeurs de notre planète pour expliquer tous les effets des tremblements de terre. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Réponse à une Note de M.* Thollon *sur l'interprétation d'un phénomène de spectroscopie solaire;* par M. Faye.

« Dans les *Comptes rendus* de janvier et de février derniers, où l'Académie m'a permis de présenter un résumé très succinct de ma théorie du Soleil, j'ai émis incidemment quelques doutes sur la réalité de vitesses de 100 à 150 lieues par seconde, que les spectroscopistes assignent aux mouvements de l'hydrogène des protubérances.

» M. Thollon pense, au contraire, que ces évaluations n'ont rien d'excessif; il ajoute qu'elles sont clairement indiquées par le déplacement simultané de toutes les raies des vapeurs ou des gaz mêlés à l'hydrogène des protubérances.

» Certes la Spectroscopie nous a fait de précieuses révélations sur le Soleil; mais ses indications ne sont pas toujours faciles à comprendre. Heureusement ma théorie, dans son ensemble, a un caractère essentiellement mécanique, qui la place en dehors de ces doutes et permet même, en certains cas, de contrôler les interprétations trop absolues qu'on peut être tenté d'attribuer aux détails du spectroscope.

» Il est certain que les protubérances constituent un des aspects de la circulation de l'hydrogène sur le Soleil, circulation qui a pour organe principal les tourbillons descendants des pores et des taches. L'hydrogène, englouti à une profondeur plus ou moins considérable dans les taches, remonte tumultueusement autour de ces taches, avec une vitesse due à sa légèreté spécifique et à la chaleur qu'il a acquise en traversant de force les couches inférieures à la photosphère. Mais ces émissions d'hydrogène n'ont pas, comme les taches, de caractère cyclonique persistant. Il ne faut donc pas s'attendre à y rencontrer de violents mouvements horizontaux, mais seulement un mouvement très rapide d'ascension verticale.

» En observant les protubérances sur les bords du Soleil, les spectroscopistes n'ont aucun moyen d'estimer la vitesse verticale d'émission, dont la direction est perpendiculaire au rayon visuel. Les déplacements des raies, ne pouvant correspondre qu'à des mouvements horizontaux peu marqués, y doivent être insensibles. Néanmoins on observe parfois, dans les raies de l'hydrogène, des distorsions étranges, dont on ne connaissait pas bien la nature. M. Thollon pense, et c'est là, je l'avoue, l'opinion générale, que ces distorsions répondent, comme les déplacements ordinaires, à des mouvements violents s'opérant dans le sens horizontal (pour un observateur

placé sur le Soleil) et dirigés, soit vers le spectroscope, soit en sens opposé. Je les ai contestés en me fondant sur ce que les raies de toutes les vapeurs entraînées dans la protubérance ne présentent pas cette distorsion, mais seulement quelques-unes d'entre elles. Il est évident, en effet, que si ces déformations des raies étaient de simples déplacements dus à des mouvements effectués suivant le rayon visuel, elles seraient communes à l'hydrogène et aux autres gaz mêlés avec lui.

» M. Thollon affirme qu'il en est toujours ainsi. Il cite en particulier les deux raies renversées D_1, D_2 du sodium, qui présentent alors la même distorsion que la raie D_3 de l'hélium, dans des protubérances dites métalliques. Les observations de l'habile spectroscopiste sont toujours fort bien faites, mais dans ce cas spécial elles ne sont rien moins que décisives. M. Thollon n'a qu'à ouvrir le livre du professeur Young, *le Soleil,* à la page 169; il y verra que, dans le spectre d'une protubérance où les raies de plusieurs vapeurs métalliques, entre autres celles du baryum, étaient renversées, les fortes déformations de la raie F ne se répétaient nullement ni sur celles du baryum, ni sur la raie 1474. L'observation est consignée, sous sa date, dans une figure très soignée. L'auteur la rapporte justement dans le but de montrer que *l'hydrogène ne semblait pas emporter avec lui, dans son mouvement, beaucoup d'autres substances qui étaient alors représentées dans le spectre par ces raies brillantes.* Parmi ces substances mêlées à l'hydrogène et participant à sa haute température, mais non à la distorsion de la raie F, se trouvait en effet le gaz de la raie susdite, dont la légèreté spécifique ne doit pas être inférieure à celle de l'hydrogène.

» En outre, les deux distorsions de la raie F répondaient exactement à deux bandes de spectre continu qui, d'après M. Young, étaient dues, non à un mouvement des gaz, mais à la compression qu'ils subissaient vers les points de perturbation maximum.

» C'est à ces faits incontestables que je faisais allusion dans la Note que j'ai placée au bas de la page 359 des *Comptes rendus.*

» Ainsi, d'une part, il paraît théoriquement impossible d'admettre des vitesses *horizontales* de 150 lieues par seconde dans les protubérances; et, d'autre part, les observations spectroscopiques d'où l'on a conclu de telles vitesses ont été mal interprétées; car, si telle était leur signification, il faudrait admettre que l'hydrogène, mêlé à d'autres gaz, a le privilège d'entraîner les uns avec lui et de laisser les autres en chemin.

» Passons maintenant aux vitesses dans le sens *vertical.* Les évaluations qui portent ces vitesses à 100, 120, 150 lieues par seconde me paraissent

encore exagérées, bien que l'hydrogène, qui, après avoir été englouti par le tourbillon d'une tache, remonte tumultueusement autour du noyau, doive posséder une vitesse d'ascension considérable. Mais, 150 lieues par seconde, c'est justement le maximum de ce que peut faire la puissante attraction solaire : c'est la vitesse d'un corps tombant de l'infini, au moment où il vient frapper la surface de l'astre, et un corps, gazeux ou solide, qui s'élèverait au-dessus du Soleil avec cette vitesse-là s'en irait indéfiniment dans l'espace. Ici ce n'est plus de spectroscopie qu'il s'agit : voici comment on a évalué ces vitesses. A un instant donné, on voit sur le limbe du Soleil une petite protubérance. Une heure après, l'observateur revient à son instrument, retrouve la protubérance énormément agrandie et suppose que cet agrandissement est dû à la rapidité avec laquelle l'hydrogène a monté. Il y a, au contraire, de bonnes raisons de croire que ces modifications singulières ne prouvent pas du tout que la protubérance avait grandi subitement, et que l'hydrogène incandescent qui la constitue avait parcouru effectivement tout cet espace en une heure ou une demi-heure.

» Très probablement l'hydrogène émis avec rapidité, dans le milieu si rare qui entoure la photosphère, se refroidit tout d'abord à cause de son énorme dilatation et devient invisible au spectroscope. Plus tard, sous l'action du rayonnement solaire, il se réchauffe çà et là et redevient visible à nos instruments. Évidemment un observateur qui revient, après une demi-heure d'intervalle, contempler le phénomène, trouvera la protubérance singulièrement agrandie, sans que l'hydrogène ait eu pour cela besoin de franchir d'énormes espaces dans ce laps de temps.

» M. Thollon suppose qu'il s'agit là d'une simple opinion et m'objecte que ladite opinion ne s'accorde pas avec les faits.

» Je tiens à montrer à l'Académie que je ne tire rien de l'imagination ; je tâche constamment de m'appuyer sur des faits observés, et, comme je n'ai ni observatoire, ni spectroscope, j'ai recours aux observations des autres. Ici ce sont des observations du P. Secchi que j'invoquerai. Elles sont rapportées à la page 166 du Livre déjà cité ; les voici :

« Le P. Secchi a vu de petits nuages isolés se former et croître spontanément sans rapport visible avec la chromosphère, absolument comme des nuages qui se forment dans notre atmosphère aux dépens de la vapeur d'eau existant déjà dans l'air, mais à l'état latent, et y restant invisible jusqu'à ce qu'un refroidissement local ou un changement de pression détermine sa condensation. Ces proéminences sont donc formées par un échauffement local, ou par quelque autre agitation de l'hydrogène déjà présent, et non par un transport et une réunion de matières prises au loin. »

» C'est un hasard heureux que de pouvoir prendre ainsi la nature sur le fait; je comprends donc que M. Thollon n'ait pas eu occasion de faire des observations analogues, mais il n'y a pas lieu de les révoquer en doute comme uniques et non contrôlées, car M. Young en rapporte une autre de même genre, en date du 13 octobre 1880. En outre, beaucoup de détails, dans les figures si variées des protubérances, s'accordent avec ce qui précède, beaucoup mieux qu'avec l'idée d'une masse d'hydrogène faisant éruption sous les yeux mêmes de l'observateur.

» Je désire vivement que les explications précédentes satisfassent l'auteur de ces critiques, dont les inventions et les travaux sont si justement appréciés dans le monde savant. »

PHYSIOLOGIE. — *De la mesure des forces dans les différents actes de la locomotion*; par M. MAREY.

« La photographie instantanée dont j'ai indiqué certaines applications nouvelles, pour l'analyse des actes de la locomotion animale, ne donne pas tous les éléments nécessaires à la connaissance de cette fonction des êtres vivants. Elle ne nous fait connaître que les éléments qui se rapportent à la Cinématique : ainsi, la trajectoire décrite dans l'espace par un point donné du corps, la vitesse que ce point possède à chaque instant, sont géométriquement définies sur la plaque photographique dans une série d'images successives.

» Mais ce qu'il faut connaître encore, c'est la force d'impulsion périodiquement imprimée à notre corps par nos actions musculaires : ce sont les variations d'intensité, de direction et de durée de cette force, cause immédiate des mouvements que les photographies nous font connaître.

» Une nouvelle méthode d'exploration est alors nécessaire; il faut disposer d'un appareil dynamométrique indiquant à la fois les composantes verticale et horizontale de l'impulsion de nos muscles avec toutes les phases de leur intensité aux différents instants. Voici la disposition qui permet de réaliser ces mesures.

» L'organe essentiel du dynamomètre inscripteur que j'emploie est une poche de caoutchouc pleine d'air et susceptible de céder aux pressions qu'elle supporte. L'air de cette poche communique par un tube avec un *tambour à levier inscripteur* [1]. De ce genre étaient les semelles dynamo-

---

[1] *Voir* la *Méthode graphique*, p. 446.

métriques appliquées sous la chaussure, dans les expériences que j'ai faites autrefois sur la marche de l'homme.

» Pour remédier à l'insuffisance et à certaines imperfections de ces appareils, j'ai construit un dynamomètre inscripteur avec le concours de M. Demeny, préparateur à la Station physiologique du Collège de France, et de M. Otto Lund, mécanicien attaché à cet établissement. Voici la disposition de l'appareil.

» Le réservoir à air compressible affecte la disposition suivante. C'est un tube de caoutchouc à parois épaisses et roulé en spirale aplatie. L'extrémité centrale de ce tube est fermée; l'extrémité périphérique est ouverte; elle se met en rapport avec le tube d'un tambour à levier inscripteur. Cette spirale est soudée à deux feuilles de caoutchouc; le tout forme un disque aplati qui peut, sans s'écraser entièrement, supporter une pression assez forte.

» Plaçons ce disque sur le sol et recouvrons-le d'une planchette de bois. Si nous chargeons cette planchette de 1^{kg}, le disque subit un léger aplatissement; une partie de l'air qu'il renferme passe dans le tambour à levier et en élève le style à une certaine hauteur. Un second kilogramme, placé sur la planchette, comprime davantage le disque et soulève le style d'une nouvelle quantité. Ce style exprimera donc, par sa hauteur plus ou moins grande, les variations de la pression exercée sur le dynamomètre. Enfin, on inscrit les mouvements du style sur un cylindre tournant, ce qui donne une courbe dont les coordonnées correspondent, à chaque instant, à la valeur de la pression.

» Dans le dynamomètre que nous avons construit, neuf spirales de caoutchouc sont disposées, par séries de trois, sur une planchette carrée; toutes les spirales communiquent, par un tube collecteur, avec un tambour à levier inscripteur. Une autre planchette semblable recouvre ces spirales et est réunie, par quatre tiges boulonnées, à la planchette inférieure. L'ensemble de ces pièces constitue le dynamomètre inscripteur des pressions normales; nous l'appellerons *la tablette dynamométrique*. Toute pression exercée sur cette tablette produit une courbe dont les ordonnées sont positives.

» Les composantes horizontales des pressions obliques appliquées au dynamomètre s'inscrivent au moyen d'une disposition imaginée par M. Demeny.

» La tablette manométrique repose sur une série de galets et est guidée

entre deux rouleaux qui ne lui permettent de se mouvoir que suivant une seule ligne, soit dans un sens, soit dans l'autre. Ces mouvements sont ceux que le pied d'un homme qui marche imprimera, soit en avant, soit en arrière, à la tablette sur laquelle il posera le pied. Ils sont très faibles à cause de la résistance du cylindre en caoutchouc qu'ils doivent comprimer; ils se transmettent à un tambour à air, puis à l'appareil inscripteur, par le mécanisme déjà indiqué ci-dessus.

» Cet instrument indique donc, à chaque instant, l'intensité des composantes verticale et horizontale de l'impulsion d'un membre sous une incidence quelconque ne dépassant pas l'angle de frottement.

» Théoriquement, si les déviations des styles inscripteurs sont proportionnelles à l'intensité des efforts et si les indications dynamométriques des pressions perpendiculaires et tangentielles au plan de l'instrument sont comparables entre elles, on peut reconstituer avec sa grandeur et sa direction la valeur de l'impulsion du pied qui, dans la marche ou la course, s'appuie sur le dynamomètre. En pratique, cet instrument ne donnant pas encore des courbes dont les ordonnées soient exactement proportionnelles à l'intensité des pressions exercées, nous ne lui demanderons que l'indication du sens dans lequel ces pressions se produisent. Cela suffit déjà pour faire des observations curieuses sur la façon dont les forces musculaires agissent dans la marche.

» Enfin, comme certains autres actes de la locomotion exigent qu'on mesure des efforts de traction, nous avons construit pour cet usage un dynamomètre basé sur le même principe, mais un peu modifié pour ces nouveaux besoins.

» A. *De l'appui des pieds sur le sol.* — Lorsqu'un poids est placé sur le dynamomètre, l'aiguille de l'instrument inscripteur s'élève à une certaine hauteur et s'y arrête, indiquant une pression positive constante qu'elle conserve indéfiniment. Mais, si un homme ou un animal est placé dans les mêmes conditions, pour peu qu'il ne se tienne pas complètement immobile, on voit le style inscripteur agité d'oscillations continuelles. Celles-ci expriment que la force avec laquelle les pieds pressent sur le sol varie continuellement. Ces variations, tantôt positives et tantôt négatives, tiennent aux réactions des contractions musculaires dont les effets, tantôt s'ajoutent à ceux de la pesanteur et tantôt s'en retranchent. Le dynamomètre inscripteur permet de déterminer les différents actes qui donnent lieu à ces deux sortes de réactions.

» *Lorsqu'un acte musculaire a pour effet d'élever le centre de gravité de notre corps, ses réactions se transmettent de proche en proche à nos extrémités inférieures et créent un accroissement de pression positive sur le dynamomètre.*

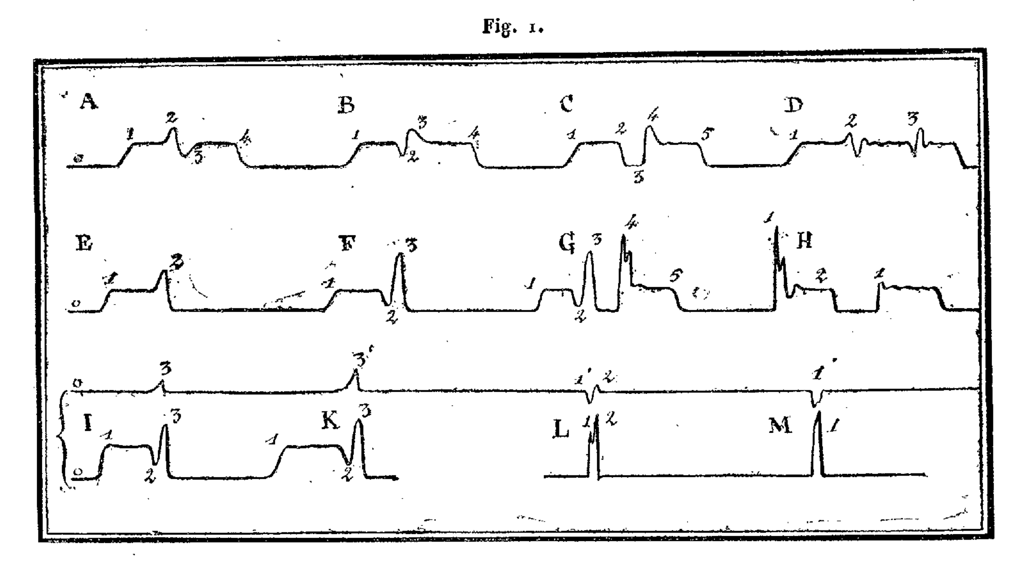
» Ainsi, quand nous sommes accroupis et que nous nous relevons par l'extension de nos jambes ou bien lorsque, étant debout, nous nous élevons sur la pointe des pieds, dans ces deux cas, le dynamomètre accuse un accroissement de la pression verticale de nos pieds sur le sol. Ce surcroît de pression est d'autant plus intense que notre élévation est plus rapide.

» *Cet effet est suivi d'une action de sens inverse quand le mouvement d'élévation se ralentit,* car alors la masse du corps animée d'une vitesse ascendante tend par son inertie à continuer son chemin en sens inverse de la pesanteur. Plus l'élévation a été brusque, plus l'effet de cette vitesse ascensionnelle est intense, il s'accuse au dynamomètre par une diminution de pression.

» Enfin cette diminution de pression cesse quand notre vitesse est éteinte, et nous n'exerçons plus sur le dynamomètre que la pression qui dépend de notre pesanteur.

» La série des variations de pression que nous venons d'indiquer est exprimée dans la *fig.* 1, courbe A, par les inflexions successives de la

Fig. 1.



courbe tracée. o correspond à la ligne tracée quand le dynamomètre n'est pas chargé, 1 exprime la pression positive due à notre seule pesanteur; 2 est l'accroissement de pression positive quand nous nous soulevons avec vitesse par le redressement de nos jambes; 3 correspond à la varia-

tion négative ou à la diminution de notre pression sur le sol par notre accélération négative qui, nécessairement, précède l'arrêt; enfin 4 est le retour de l'instrument au niveau qui correspond au poids de notre corps.

» Les mouvements des bras et ceux de la tête, lorsqu'ils s'accomplissent dans le sens vertical, donnent lieu à des réactions semblables, mais plus faibles. Ainsi, les bras étant abaissés, si on les élève brusquement, on constate, au moment de leur élévation, une augmentation de la pression des pieds sur le sol. Quand le mouvement ascensionnel s'arrête, la pression sur le dynamomètre diminue et tombe au-dessous du niveau qui correspond à notre poids. Enfin, cet effet disparaît et l'instrument remonte au niveau qui exprime notre poids.

» De même, en tenant d'abord la tête fléchie et le menton appuyé contre la poitrine, si nous contractons soudainement les muscles postérieurs du cou, la tête se relève brusquement et la réaction qui se produit s'accuse au dynamomètre par une pression positive, suivie, comme toujours, d'une variation inverse.

» Comme corollaire des expériences qui précèdent, nous pouvons conclure que *tout acte musculaire qui a pour effet d'abaisser notre centre de gravité produit une réaction qui diminue la pression de nos pieds sur le sol et s'accuse par un abaissement de la courbe du dynamomètre. Cet effet est suivi d'une variation de sens inverse due à la diminution de la vitesse acquise dans le mouvement d'abaissement.* »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la coexistence, dans un échantillon de guano, du carbonate d'ammoniaque effervescent avec l'eau et du sulfate de potasse;* par M. E. CHEVREUL.

« J'ai examiné ce guano samedi dernier, et j'en ai séparé une *matière* parfaitement homogène à la vue, d'un *blanc de neige*, compacte et humide.

» Indubitablement je ne puis comprendre la forte odeur d'ammoniaque de la conserve où cette matière blanche était enfermée depuis quelques années, qu'en me rappelant que le sous-carbonate d'ammoniaque ordinaire perd par 100^{vol} d'acide carbonique uni à 150^{vol} d'ammoniaque, dans un bocal assez large fermé avec un couvercle de liège, assez d'ammoniaque pour devenir carbonate effervescent.

» La *matière blanche* du guano contient beaucoup d'eau qu'elle perd par la chaleur avec la totalité du sous-carbonate d'ammoniaque : elle laisse un résidu de sulfate de potasse.

» L'association du *carbonate d'ammoniaque* effervescent par le contact de l'eau et *du sulfate de potasse*, après qu'on a chauffé au rouge la *matière blanche* qui se fond dans son eau de cristallisation et laisse un résidu de sulfate de potasse, m'a reporté à mes anciennes expériences sur différents échantillons de guano provenant de M. Dreyfus.

» Cette association de deux sels favorables à la végétation m'a fait penser que le *chlorure de sodium* et surtout le *chlorure de potassium*, que j'ai trouvés associés avec le *chlorhydrate d'ammoniaque*, pouvaient avoir une influence supérieure dans la végétation, influence où ils agissent isolément, et ce qui m'a confirmé dans cette opinion, c'est l'association des oxalates de potasse, d'ammoniaque et de chaux solubles dans l'eau, solution qui ne laisse déposer spontanément de l'oxalate de chaux que quand elle est fort étendue.

» Je reviendrai dans un prochain Mémoire sur l'importance qu'il y a de savoir d'une manière précise s'il est plus avantageux d'employer les trois oxalates dont je viens de parler à l'état d'association qu'à les employer isolément, de même pour du chlorure de potassium et de sodium saturés chacun de chlorhydrate d'ammoniaque, et enfin si un *guano* réputé excellent gagne ou perd lorsqu'il est traité par l'acide sulfurique. »

BOTANIQUE. — *De la symétrie des racines dites adventives.* Note de M. **D. Clos.**

« On admet, en général, une différence tranchée entre les radicelles nées sur le pivot de la plante dicotylédone, où elles sont ordinairement disposées en séries rectilignes, et les racines dites *adventives*, comprenant à la fois, d'une part les racines des Acotylédones acrogènes et des Monocotylés et d'autre part celles qui, chez les Dicotylés, apparaissent sur tout autre point que le pivot ou ses divisions.

» Cependant, on avait déjà constaté que, chez quelques plantes, les racines caulinaires se montrent en des places invariables. Ces faits ne pouvaient point être exceptionnels : ils témoignaient que ces racines devaient obéir, elles aussi, à la loi de symétrie qui régit tous les organes des êtres vivants.

» Il y avait donc lieu de multiplier les recherches à cet égard, de déterminer avec soin et de comparer les divers modes de position qu'affectent ces racines, de voir enfin s'il était possible d'assigner un ou plusieurs types de symétrie rhizotaxique à certains genres et même à quelques familles.

» Bien que la plupart de ces racines caulinaires émanent des nœuds vitaux de la plante, en rapport soit avec la feuille, soit avec le bourgeon axillaire, à l'égard desquels elles offrent de notables variations, il en est qui se développent sur les entrenœuds ou mérithalles.

» Voici quelques-unes des principales modifications que présentent dans leur arrangement les racines nodales et qui permettent de les diviser en :

» 1° *Latéro-foliaires* : au bord de la feuille, et, soit d'un seul côté, cette feuille étant aérienne, ex. : *Sedum album*, ou souterraine et écailleuse, ex : *Berberis cretica;* soit des deux côtés, ex. : *Aristolochia rotunda.*

» 2° *Sous-foliaires,* soit une seule, au-dessous du point d'insertion de la feuille : *Muehlenbeckia complexa;* soit plusieurs en verticille, au-dessous de la gaine: *Houttuynia cordata.*

» 3° *Sous-stipulaires; Modiola caroliniana*, où les rameaux, appliqués sur le sol, en émettent une de leur face inférieure au-dessous de la stipule.

» 4° *Axillo-foliaires,* aux aisselles, soit des feuilles aériennes : *Crassula perfossa;* soit des écailles-feuilles souterraines : *Mahonia Aquifolium.*

» 5° *Axillo-stipulaires :* la grande Ortie m'a offert sur ses rejets une racine à l'aisselle de chaque stipule.

» 6° *Latero-gemmaires,* en rapport avec le bourgeon axillaire, soit d'un seul côté : *Calystegia sepium;* soit de l'un et de l'autre : *Spiræa sorbifolia;* parfois, les feuilles étant opposées, un seul des deux bourgeons axillaires a une racine latérale, et alternativement à droite et à gauche : *Paronychia capitata.*

» 7° *Susgemmaires,* immédiatement au-dessus du bourgeon axillaire: *Lythrum Salicaria, Lysimachia verticillata.*

» 8° *Sous-gemmaires,* au-dessous de chaque bourgeon, dans la partie enterrée des rameaux: *Équisétacées, Menispermum canadense.*

» Il est bien d'autres types encore de dispositions régulières des racines caulinaires; mais les exemples que je viens de citer suffisent pour démontrer que, dans la plupart des cas au moins, la qualification d'*adventives* ne leur convient pas et consacre une erreur. J'ai pu les étudier dans des plantes appartenant à plus de soixante-dix familles, et considérer isolément, à ce point de vue, chacun de ces groupes naturels. L'exposé détaillé de ces groupes, qui font suite à mes deux Mémoires publiés sur la *Rhizotaxie*, est l'objet d'un travail en ce moment à l'impression. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. *Oswald Heer,* Correspondant de la Section de Botanique, décédé à Lausanne le 27 septembre 1883.

M. le **Président** rappelle les services rendus à la Science par M. *Oswald Heer,* et s'exprime en ces termes :

« La perte inattendue que l'Académie vient de faire de son Correspondant M. Oswald Heer causera de vifs regrets dans le monde scientifique.

» Depuis longtemps, professeur à l'Université de Zurich, M. Oswald Heer, né à Nieder Ozwyl (canton de Glaris), le 31 août 1809, s'était acquis une haute renommée par ses travaux de Paléontologie. Ses études ayant porté à la fois sur les plantes et sur les insectes, il réussit admirablement à reconstituer les forêts des temps tertiaires avec les traces des ravages des insectes; on oserait presque dire, avec les bourdonnements qui donnent la vie aux lieux où règne seule la nature sauvage.

» L'Académie avait élu M. O. Heer Correspondant dans la Section de Botanique le 24 janvier 1881. Elle lui décerna dans sa dernière séance publique, le 2 avril 1883, le prix Cuvier, presque toujours attribué aux plus illustres naturalistes étrangers. On trouve dans nos *Comptes rendus* [1], écrit pour la circonstance, un aperçu de l'œuvre de l'éminent professeur de Zurich; œuvre considérable en elle-même et grandiose dans ses résultats.

» M. O. Heer a succombé après une courte maladie le 27 septembre 1883. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de décerner le prix de Sciences mathématiques pures et appliquées de la fondation Petit d'Ormoy.

MM. **Bertrand**, **Hermite**, **Bonnet**, **Jordan**, **Faye** réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Resal, Serret.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Com-

---

[1] *Comptes rendus,* t. XCVI, p. 935.

mission qui sera chargée de décerner le prix de Sciences naturelles de la fondation Petit d'Ormoy.

MM. **H.-Milne Edwards, E. Blanchard, Duchartre, de Quatrefages, Hébert** réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée, Alph. Milne-Edwards.

MÉMOIRES LUS.

M. **Collongues** donne lecture d'une Note intitulée « Étude sur l'hygrométrie médicale, appliquée à la peau et à ses fonctions ».

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

HYDROLOGIE. — *Sur le prix de revient des grandes dérivations d'eau en Italie et en France.* Note de M. **Ar. Dumont.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée).

« Chargé, ces temps derniers, par M. le Ministre de l'Agriculture, d'une mission dans l'Italie septentrionale, dans le but d'y étudier les canaux d'irrigation si remarquables de cette contrée, j'y ai recueilli un certain nombre de faits qui sont de nature à jeter un jour tout nouveau sur la grande question des irrigations en France. Ces faits sont surtout relatifs au prix de revient des grands canaux.

» Personne n'ignore que l'Italie septentrionale est, depuis le moyen âge, la terre classique des irrigations. D'après les statistiques officielles les plus récentes, le débit total des canaux d'irrigation de l'ancien Piémont s'élève à 474^{mc} par seconde et la surface arrosée à $542\,200^{ha}$. En Lombardie, le débit total des canaux s'élève à 360^{mc} et la surface arrosée à $680\,000^{ha}$ (y compris la Lombelline). C'est donc un volume total de 834^{mc} par seconde utilisé en irrigations, arrosant $1\,222\,200^{ha}$. On comprend les immenses richesses dérivant d'un tel état de choses.

» Les travaux exécutés frappent par leur grandeur et leur économie relative. Je ne citerai que les plus récents.

» Le canal Cavour, exécuté depuis quelques années seulement, dérive du

Pô et de la Dora Baltea un volume de 110^{mc} par seconde; il arrose 160000^{ha}, il a à son origine les dimensions du canal de Suez, sa longueur est de 82^{km} : en réalité, il n'a pas coûté plus de 40 millions, soit 50000^{fr} par kilomètre. Le prix de revient du mètre cube d'eau dérivée par seconde est donc de 363636^{fr} seulement. Ce canal a été exécuté en moins de quatre ans. On projette en ce moment des travaux pour porter son débit à 130^{mc} par seconde.

» Le canal subsidiaire au canal Cavour, dérivé de la Dora Baltea, exécuté depuis peu, présente un débit de 70^{mc} par seconde; il a coûté 375000^{fr} par kilomètre.

» Le débit actuel des grands canaux d'irrigation de l'Italie septentrionale présente les chiffres suivants :

» Canal Cavour, 110^{mc} et bientôt 130^{mc} par seconde; canal subsidiaire, 70^{mc}; canal de la Muzza, 73^{mc}; canal Cigliano, 60^{mc}; Naviglio grande, 50^{mc}. Les canaux dont le débit varie de 10^{mc} à 40^{mc} sont très nombreux et se croisent dans tous les sens. Une dérivation de 60^{mc} par seconde, qui a soulevé en France tant d'objections, n'est en Italie qu'une œuvre ordinaire.

» Dans cet ensemble merveilleux de travaux, l'eau n'est pas seulement utilisée largement au point de vue agricole, mais encore au point de vue des forces motrices qu'elle peut engendrer et qui deviennent, à leur tour, un moyen d'étendre les zones irrigables dans les plaines qui seraient trop élevées pour être atteintes par dérivations naturelles. C'est ce que, dans mon projet du canal d'irrigation du Rhône, j'ai appelé *les hauts services*.

» C'est ainsi que, sur la rive escarpée de la Dora Baltea, non loin de Turin, on rencontre, sur le flanc du même coteau, trois grands canaux cheminant parallèlement : au bas le canal del Rotto, avec un débit de 16^{mc} par seconde, plus haut le canal de Cigliano, avec un débit de 60^{mc}; plus haut encore le canal d'Ivrée, avec un débit de 20^{mc}.

» Les hauteurs de ces canaux, au-dessus de la Dora Baltea, sont respectivement de 3^{m}, 10^{m} et 31^{m}. Le sommet du coteau se trouve enfin à 50^{m}, c'est-à-dire à 19^{m} plus haut que le canal d'Ivrée. On a réussi à porter les eaux sur ce sommet de la manière suivante :

» Un volume de 700^{lit} par seconde, pris au canal d'Ivrée, descend par un conduit en tôle jusqu'aux bords du canal moyen de Cigliano, où huit pompes le refoulent jusqu'au sommet du coteau. Les pompes sont actionnées par quatre turbines de $4^{m},10$ de diamètre, mises en mouvement par une chute de $6^{m},50$, obtenue en faisant passer l'eau du canal de Cigliano

dans le canal del Rotto. Après avoir utilisé ainsi la chute de l'eau, cette dernière est reprise par le canal inférieur del Rotto et est utilisée de nouveau en irrigations, en sorte que rien n'est perdu et que l'irrigation des coteaux se trouve assurée sur une surface très notable.

» On prépare et l'on discute en ce moment des projets pour créer, sur les mêmes principes, un *haut service* capable d'élever par machines hydrauliques, sans perte d'eau, un *volume de* 4^{mc} *par seconde.*

» *L'étude de ces faits est de nature à changer et à redresser les idées qui, jusqu'à ce jour, ont si déplorablement arrêté le développement des irrigations en France.*

» Il en résulte clairement que ce n'est que par des dérivations à fort volume, utilisant à la *fois l'eau comme agent agricole et les chutes,* et n'élevant pas le prix de revient du mètre cube d'eau dérivé par seconde à plus de 2 à 3 millions, qu'on peut raisonnablement exécuter des canaux d'irrigation. Ce dernier chiffre de 3 millions est même excessif et ne doit pas être atteint; nous avons dit que, pour le canal Cavour, il est à peine du neuvième de ce chiffre, soit de 363636^{fr}.

» Mon projet de canal d'irrigation du Rhône à partir de Condrieu, desservant les deux flancs de la vallée, projet sanctionné par la loi de 1879 et affirmé par le concours des intéressés, se maintient dans ces limites rationnelles : il s'élève, pour un débit de 60^{mc} par seconde, à 102 millions, soit à 1 700 000^{fr} par mètre cube dérivé. Quand même, par une majoration exagérée, on évaluerait ce projet à 150 millions, le prix du mètre cube dérivé ne ressortirait encore qu'au chiffre acceptable de 2 500 000^{fr}.

» C'est donc sans raison qu'on a voulu limiter le débit de ce canal à 35^{mc}, *aujourd'hui surtout que les travaux que va exécuter la ville de Genève vont augmenter le débit des basses eaux du Rhône de* 60^{mc} *à* 80^{mc}; c'est encore avec moins de raison qu'on lui a opposé des contre-projets de canaux partiels, ou d'élévation d'eau par machines à vapeur, qui élèveraient à 4 ou 5 millions le prix de revient du mètre cube d'eau dérivé : ces contre-projets ont d'ailleurs été repoussés avec raison, à cause de leur prix excessif.

» Ce n'est qu'en adoptant des principes déjà consacrés en Italie par une longue expérience, qu'on pourra enfin utiliser notre grand fleuve, pour l'irrigation de sa vallée.

» En Italie, en Suisse, en Allemagne, en Autriche, on se préoccupe, avec une très grande activité, de l'utilisation et de la régularisation des fleuves et des lacs, dans l'intérêt de l'Agriculture et de l'Industrie. La science hy-

drologique entre, dans ces divers pays, depuis quelques années, dans une voie aussi pratique que féconde. »

M. Ed. Burghardt, M. Clercoz, M. A. Lazarewits adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. Daubrée annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *Joachim Barrande,* décédé récemment à Frohsdorff, à l'âge de 84 ans.

« Ancien élève de l'École Polytechnique, il donna, en 1830, sa démission d'ingénieur des Ponts et Chaussées pour devenir précepteur de M. le comte de Chambord, et il ne tarda pas à se fixer à Prague. C'est en poursuivant, avec une rare persévérance et un talent d'observation exceptionnel, l'étude du terrain silurien de la Bohême, qu'il arriva à des résultats d'une importance fondamentale, pour cette époque reculée de l'histoire du globe et pour les animaux qui s'y sont succédé.

» On voit, par exemple, dans son classique *Système silurien du centre de la Bohême,* comment, en rapprochant des milliers de trilobites qu'il avait recueillis lui-même, il parvint à suivre toute la marche du développement de beaucoup d'espèces, depuis l'œuf et les premières phases de leurs métamorphoses jusqu'à l'état adulte. Il fut ainsi conduit à réunir avec certitude, grâce à cette chaîne d'intermédiaires, des formes de ces êtres fossiles qui auraient paru appartenir à des espèces tout à fait différentes.

» L'esprit éminent dont sa noble figure était bien le reflet, et les grandes découvertes de M. Barrande, lui auraient depuis longtemps assuré une place à l'Académie, au moins comme Correspondant, si par un sentiment que nous ne partagions pas, mais devant lequel nous avons dû nous incliner, il n'avait cru devoir, à plusieurs reprises, résister aux démarches que la Section de Minéralogie avait faites auprès de lui. »

M. le Secrétaire perpétuel présente à l'Académie, de la part de M. le prince *Boncompagni,* un Opuscule relatif aux dates de la naissance et de la mort de Laplace. Dans cet Opuscule, on trouve l'indication de 65 Ou-

vrages, articles de journaux, dictionnaires, etc., où il a été parlé de la naissance et de la mort de Laplace. De ces 65 sources différentes, 15 ne donnent pas la date de la naissance, 8 ne donnent pas celle de la mort, 26 indiquent une date fautive pour la naissance et 16 pour la mort; enfin 26 signalent la date exacte de la naissance et 38 celle de la mort. Quant à ces dates elles-mêmes, elles résultent authentiquement des actes de naissance et de mort que M. le prince Boncompagni donne à la fin de son Opuscule. D'après ces actes, Pierre-Simon Laplace est né le 23 mars 1749, et il est mort le 5 mars 1827.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale également à l'Académie trois petites Notes de M. le prince de *Boncompagni*, relatives : 1° à l'origine du mot *zéro*, qui était employé en Italie dès les premières années du XIVe siècle, et qui paraît venir, soit du mot arabe *sifr* (désert, champ vide), soit du mot hébreu *zer* (cercle, auréole, couronne); 2° à l'invention des lunettes ou longues-vues, qu'on appelle communément *lunettes de Galilée;* 3° à la découverte de l'action que les courants électriques exercent sur l'aiguille aimantée, découverte que l'on a voulu attribuer à Jean-Dominique Romagnosi, et qui appartient incontestablement à Christian OErsted, comme il a été démontré par M. Govi, dans une Note intitulée *Romagnosi e l'Elettromagnetismo,* publiée en 1869.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Pons-Brooks et des planètes* (142), (185), (221) *et* (234), *faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest). Remarquable variation d'éclat de la comète Pons-Brooks;* par M. G. **Bigourdan**, communiquées par M. Mouchez.

	Dates 1883.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite Astre — ★.	Déclinaison Astre — ★.
					m s	′ ″
Comète ★	Sept. 24	*a*	16258 Arg. OE_1	9	−0.21,01	+ 7. 9,0
	27	*b*	1727 B.D + 59°	9	+0.31,41	− 4.43,5
	29	*c*	1731 »	9,5	−2. 7,79	− 4.12,8
	30	*d*	1728 »	9,5	+0. 4,95	− 0. 8,1
	Oct. 1	*e*	1647 B.D + 58°	9	−2.18,22	+ 1.26,1
	2	*f*	16267 Arg. OE_1	7,5	+1.36,31	+ 5. 4,9
(142)	Mai 9	*g*	Anonyme	9	+0.51,30	− 1.55,1
	10	*g*	»	»	+0.30,05	+ 1.48,6
	12	*g*	»	»	−0. 4,46	+ 8.29,1
	14	*h*	851 $Weisse_1$ 12^h	8	−3.55,30	− 6. 9,0

	Dates 1883.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite Astre — ★.	Déclinaison Astre — ★.
					m s	′ ″
(185)	Avril 25	*i*	2691 B.D + 18°	9	+0. 2,78	— 4. 7,3
	26	*i*	» »	»	—0.35,22	+ 0. 9,4
	30	*j*	2689 »	9,5	—0. 7,27	+ 0.46,6
	Mai 1	*j*	» »	»	—0.42,13	+ 3.52,3
	2	*j*	» »	»	—1.14,67	+ 6.36,5
	9	*k*	2630 B.D + 19°	9,5	—2.26,47	— 3.49,4
(221)	Mai 27	*l*	223 Weisse$_1$ 14^h	8,3	—2.20,30	— 2.10,1
	28	*m*	2795 B.D + 2°	8,5	+2.23,81	+ 0. 9,5
	31	*m*	» »	»	+1. 1,24	— 0.58,7
(234)	Sept. 24	*n*	21256-57 Arg. OE$_2$	8,5	+3.54,17	— 6.18,4
	29	*o*	21340-41 »	9	+0.40,76	— 1.36,4
	30	*p*	21355 »	7	+0. 4,77	+ 2.18,0
	Oct. 2	*q*	21374 »	6,5	+0. 1,81	+ 3. 1,2
	4	*q*	» »	6,5	+1.40,17	— 6.10,7
	6	*r*	21452 »	8,5	—3.28,19	+ 6.47,4

Positions des étoiles de comparaison.

	Dates 1883.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
			h m s	s	° ′ ″	″	
★	Sept. 24	*a*	16.25.47,44	—0,54	+60.13.50,6	+17,9	Arg. OE$_1$.
	27	*b*	16.25.30,67	—0,61	+59.43.51,1	+17,4	Bonn. B., t. VI.
	29	*c*	16.28.46,1	—0,61	+59.20.28	+17,5	B.D.
	30	*d*	16.26.54,7	—0,62	+59. 1.54	+17,1	Id.
	Oct. 1	*e*	16.29.47,3	—0,57	+58.46.12	+17,3	Id.
	2	*f*	16.26.22,84	—0,64	+58.29.48,8	+16,7	Arg. OE$_1$.
(142)	Mai 9	*g*	12.47.59,8	+2,85	— 9.28.12	—16,8	Position approx.
	10	*g*	»	+2,84	»	—16,8	Id.
	12	*g*	»	+2,84	»	—16,8	Id.
	14	*h*	12.51.22,80	+2,84	— 9. 7.18,5	—16,6	Weisse$_1$.
(185)	Avril 25	*i*	13. 2. 5,4	+2,67	+18.14. 4	—12,4	B.D.
	26	*i*	»	+2,66	»	—12,2	Id.
	30	*j*	12.59.10,0	+2,65	+18.26.51	—11,6	Id.
	Mai 1	*j*	»	+2,65	»	—11,5	Id.
	2	*j*	»	+2,64	»	—11,3	Id.
	9	*k*	12.56.51,3	+2,61	+18.52.7	—10,3	Id.
(221)	Mai 27	*l*	14.14.15,97	+2,95	+ 2.29. 2,2	— 8,8	Weisse$_1$.
	28	*m*	14. 9. 3,3	+2,93	+ 2.26.57	— 9,0	B.D.
	31	*m*	»	+2,92	»	— 8,8	Id.
(234)	Sept. 24	*n*	21. 9.57,99	+4,03	—23.17.49,5	+20,8	Arg. OE$_2$.
	29	*o*	21.16.11,95	+3,99	—23.58. 6,0	+20,6	Id.
	30	*p*	21.17.30,94	+3,98	—24. 8. 3,5	+20,5	Id.
	Oct. 2	*q*	21.19. 4,33	+3,96	—24.19.29,4	+20,4	Id.
	4	*q*	»	+3,93	»	+20,2	Id.
	6	*r*	21.25.54,05	+3,99	—24.39.52,3	+20,3	Id.

Positions apparentes de la comète et des planètes.

Astre	Dates 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison. apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
		h m s	h m s		° ′ ″		
Comète	Sept. 24...	8.51.17	16.25.25,89	$\bar{1}$,868	+60.21.17,5	0,184	20:18
	27...	12.38.8	16.26. 1,47	$\bar{1}$,773	+59.39.25,0	0,818	18:18
	29...	9.51.12	16.26.37,7	$\bar{1}$,882	+59.16.33	0,524	15:20
	30...	10.42.9	16.26.59,0	$\bar{1}$,867	+59. 2. 3	0,658	20:20
	Oct. 1...	10.52.52	16.27.28,5	$\bar{1}$,857	+58.47.55	0,686	18:12
	2..	10.27.46	16.27.58,51	$\bar{1}$,865	+58.35.10,4	0,646	18:12
(142)	Mai 9...	10.34.20	12.48.54,0	$\bar{2}$,972	− 9.30.24	0,874	18:12
	10...	11.18.47	12.48.32,7	$\bar{1}$,237	− 9.26.40	0,870	13:12
	12...	10.36.35	12.47.58,2	$\bar{1}$,074	− 9.20. 0	0,872	10:18
	14...	11.14.29	12.47.30,34	$\bar{1}$,283	− 9.13.44,1	0,867	18:12
(185)	Avril 25...	11.27.17	13. 2.10,9	$\bar{2}$,846	+18. 9.44	0,654	14:18
	26...	11. 5.53	13. 1.32,8	$\bar{2}$,606	+18.14. 1	0,651	21:18
	30..	11.58.28	12.59. 5,4	$\bar{1}$,212	+18.27.26	0,662	22:18
	Mai 1...	12. 8.55	12.58.30,5	$\bar{1}$,273	+18.30.32	0,667	15:12
	2..	11.26.37	12.57.58,0	$\bar{1}$,096	+18.32.16	0,655	21:18
	9...	12.58.16	12.54.27,4	$\bar{1}$,488	+18.48. 7	0,702	24:16
(221)	Mai 27...	12.12.15	14.11.58,62	$\bar{1}$,352	+ 2.26.43,3	0,808	21:14
	28...	11.36.33	14.11.30,0	$\bar{1}$,254	+ 2.26.58	0,806	18:12
	31...	12.25.45	14.10. 7,5	$\bar{1}$,425	+ 2.25.50	0,809	18:12
(234)	Sept. 24..	8. 9. 2	21.13.56,19	$\bar{2}$,976n	−23.23.47,1	0,921	9:12
	29...	9. 6.41	21.16.56,70	2,627	−23.59.21,8	0,925	12:10
	30...	9.41.37	21.17.36,69	$\bar{1}$,051	−24. 5.25,0	0,922	18:18
	Oct. 2...	7.44.57	21.19.10,10	$\bar{1}$,113	−24.16. 7,8	0,921	20:20
	4...	9.39.51	21.20.48,43	$\bar{1}$,121	−24.25.19,9	0,921	19:14
	6...	7.34.25	21.22.29,85	$\bar{2}$,946n	−24.32.44,6	0,924	21:14

Remarquable variation d'éclat de la comète Pons-Brooks.

» Le 5 septembre la comète était une faible nébulosité de 12e grandeur et à peu près ronde. Le 9 septembre, son diamètre était de 40″ environ. Avec un faible grossissement je n'apercevais aucun détail, mais avec un grossissement de 500 fois la partie centrale se détachait notablement et formait un petit noyau mal défini. L'éclat me parut avoir augmenté depuis le 5 et même depuis la veille. La présence de la Lune et les nuages ne permirent de réobserver la comète que le 23 septembre : son éclat avait beaucoup augmenté, car dans une petite lunette elle paraissait comme une étoile de 8e grandeur ; c'était encore une nébulosité ronde dont la partie centrale ne se détachait pas du reste ; le lendemain 24, par un ciel pur, son aspect était encore le même et son diamètre atteignait presque 2′. Le 27, un changement considérable s'était déjà produit, car un noyau de 10e-11e gran-

deur se détachait nettement de la nébulosité qui s'était bien affaiblie. Depuis lors le noyau est allé aussi en s'affaiblissant. Le 6 octobre, il était de 12e grandeur, mais l'ensemble de la comète s'apercevait plus facilement que dans les observations du commencement de septembre. Ainsi, le 24 septembre, la comète était de 8e grandeur, tandis que son éclat calculé en partant de celui du 5 lui assigne la grandeur 11-12. Elle a donc eu pendant quelque temps un éclat trente à quarante fois supérieur à celui qu'on pouvait attendre, ce qui paraît difficile à concilier avec l'opinion qui refuse aux comètes une lumière propre. »

ASTRONOMIE. — *Sur une particularité remarquable, présentée par la queue de la grande comète australe de* 1882. Note de M. **L. Cruls**, transmise par S. M. dom Pedro.

« Observatoire Impérial de Rio de Janeiro, 30 août 1883.

« Le *Compte rendu* de la séance du 18 juin 1883 contient une Note de M. Faye à propos d'un dessin de la grande comète, exécuté le 16 octobre 1882 par M. Charlois, à l'observatoire de M. Bischoffsheim, près de Nice. Ce dessin reproduit une particularité singulière que présentait la queue de la comète : il montre la comète comme étant « enveloppée d'une » gaine très régulière de nébulosité extrêmement faible, se prolongeant » bien au delà du noyau ».

» C'est là, dit M. Faye, un phénomène digne de fixer l'attention, précisément parce qu'il est difficile de le rattacher aux notions les mieux établies sur la formation des appendices cométaires.

» L'enveloppe, en forme de gaine et se prolongeant du côté du Soleil, a parfaitement été observée à Rio de Janeiro : je me permets de transcrire ici mon observation du 15 octobre, veille du jour où M. Charlois a fait son dessin. Ma description a paru dans le *Jornal do Commercio* du 16 octobre : les détails de l'aspect physique qui y sont notés se trouvent confirmés, en tous points, par l'observation faite à Nice. Voici, en effet, ce que j'écrivais :

« Le ciel étant assez limpide, on a pu, ce matin, observer de nouveau la comète, et son aspect était aussi grandiose que les premiers jours de l'apparition de cet astre admirable. Le faisceau lumineux, d'une longueur d'environ 12°, montrait certains phénomènes qui jusqu'ici n'ont pas encore été notés dans ces astres.

» ... La largeur de la queue, à son extrémité, était de 3°, ce qui est énorme. La portion de la queue qui formait, il y a quelques jours, la tête de la comète sous une forme ovoïdale, se montrait aujourd'hui cylindrique, ou plus exactement tronconique, enveloppant

toute la partie antérieure de la queue, le noyau, et *se prolongeant de 4° à 5° dans la direction et du côté du Soleil*. La largeur de cette espèce de *gaine* était supérieure à 0°,5; sa luminosité était faible, tandis que les bords étaient sensiblement de même netteté. Ceci constitue donc un ensemble de caractères extrêmement notables, qui s'écartent considérablement de ceux observés jusqu'à ce jour.

» Cette description, comme il est aisé de le voir, se rapporte bien aux diverses apparences, telles que M. Charlois les a notées, et sur lesquelles M. Faye a appelé l'attention des astronomes. J'ajouterai qu'à Rio cet aspect s'est conservé le même pendant plusieurs jours, sans altération sensible. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'évaluation approchée des intégrales* (¹). Note de M. **Stieltjes**, présentée par M. Hermite.

« Voici encore quelques autres circonstances qui se rattachent à la remarque que A_k est positif. Considérons l'expression

$$\Omega = \int_a^b \frac{f'(z)}{x-z}\,dz = \frac{c_0}{x} + \frac{c_1}{x^2} + \frac{c_2}{x^3} + \cdots.$$

» On sait que le polynôme $\mathfrak{N}(x)$ qui détermine les valeurs $x_1, x_2, \ldots, x_n$ est le dénominateur de la réduite d'ordre n de la fraction continue

$$(5)\qquad \Omega = \cfrac{c_0}{x-\alpha_0-\cfrac{\lambda_1}{x-\alpha_1-\cfrac{\lambda_2}{x-\alpha_2-\cfrac{\lambda_3}{x-\alpha_3-\ldots}}}}$$

» Posons

$$\begin{aligned}
P_0 &= 0, & Q_0 &= 1,\\
P_1 &= c_0, & Q_1 &= x-\alpha_0,\\
P_2 &= (x-\alpha_1)P_1-\lambda_1 P_0, & Q_2 &= (x-\alpha_1)Q_1-\lambda_1 Q_0,\\
P_3 &= (x-\alpha_2)P_2-\lambda_2 P_1, & Q_3 &= (x-\alpha_2)Q_2-\lambda_2 Q_1,\\
&\ldots\ldots; & &\ldots\ldots;
\end{aligned}$$

(¹) Voir *Comptes rendus*, même Tome, p. 740.

alors $\mathfrak{N}(x) = Q_n$ et

$$\text{(6)} \qquad P_n = \int_a^b \frac{Q_n(x) - Q_n(z)}{x - z} f(z)\,dz,$$

$$\text{(7)} \qquad Q_n\Omega - P_n = \int_a^b \frac{Q_n(z)}{x - z} f(z)\,dz,$$

» En faisant attention aux équations (4), cette dernière formule fait bien voir que le développement de $Q_n\Omega - P_n$ suivant les puissances descendantes de x commence par un terme en x^{-n-1}.

» La comparaison de (2) et (6) donne

$$Q'_n(x_k)\,A_k = P_n(x_k).$$

» Si l'on suppose $x_1 > x_2 > x_3 \ldots$, les valeurs $Q'_n(x_1)$, $Q'_n(x_2)$, ... seront alternativement positives et négatives. A_k étant positif, il s'ensuit que de même $P_n(x_1)$, $P_n(x_2)$, ... seront alternativement positifs et négatifs. Donc les racines de l'équation

$$P_n(x) = 0$$

séparent celles de l'équation

$$Q_n(x) = 0.$$

» En posant $x = x_1$, $x = x_2$, ... dans la relation connue

$$P_n(x)Q_{n-1}(x) - P_{n-1}(x)Q_n(x) = c_0\lambda_1\lambda_2\ldots\lambda_{n-1},$$

on verra facilement que, de même, les racines de $Q_{n-1}(x) = 0$ séparent celles de $Q_n(x) = 0$ et, de plus, que $c_0\lambda_1\lambda_2\ldots\lambda_{n-1}$ est positif. Cette conclusion subsistant pour toutes les valeurs de n, on voit que $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \ldots$ sont tous positifs.

» Considérons encore la relation

$$Q_n = (x - \alpha_{n-1})\,Q_{n-1} - \lambda_{n-1}\,Q_{n-2},$$

d'où

$$0 = (x_1 - \alpha_{n-1})\,Q_{n-1}(x_1) - \lambda_{n-1}\,Q_{n-2}(x_1),$$
$$0 = (x_n - \alpha_{n-1})\,Q_{n-1}(x_n) - \lambda_{n-1}\,Q_{n-2}(x_n).$$

» On voit facilement que $Q_{n-1}(x_1)$ et $Q_{n-2}(x_1)$ sont positifs, tandis que $Q_{n-1}(x_n)$ et $Q_{n-2}(x_n)$ sont de signes contraires. Il s'ensuit que α_{n-1} est compris entre x_1 et x_n.

» En somme, nous pouvons affirmer que dans le développement en fraction continue (5), $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \ldots$ sont tous positifs, tandis que α_0. α_1, α_2, ... ont des valeurs comprises entre a et b. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'induction produite par la variation d'intensité du courant électrique dans un solénoïde sphérique.* Note de M. QUET.

« Le problème que je me propose de résoudre n'est pas sans avoir quelque intérêt, car, en supposant le solénoïde de même volume que le Soleil et à la même distance que lui de la Terre, on pourra examiner si, malgré son énorme distance et sans qu'il soit nécessaire d'attribuer à ses courants électriques des variations instantanées d'intensité excessives par rapport à celles de nos courants voltaïques, son induction est capable de produire des effets sensibles. Nous verrons plus tard quelle équivalence il y a entre le vrai Soleil et le Soleil fictif solénoïdal, au point de vue de l'induction terrestre.

» Considérons sur la surface d'une sphère une série de courbes circulaires, parallèles entre elles, se succédant à une distance constante et parcourues par un même courant électrique dont l'intensité reçoit en tous les points la même variation instantanée. Barlow avait construit un solénoïde de ce genre, dont les divers circuits étaient animés par un courant unique et constant. La direction du rayon de la sphère, qui est perpendiculaire aux plans des cercles et d'où l'on voit les courants se mouvoir de droite à gauche, est l'axe du solénoïde. Par le point O, centre de la masse élémentaire induite m, je mène Ox perpendiculaire à l'axe du système, Oz parallèle à cette ligne et Oy perpendiculaire au plan zOx, à gauche de Oz personnifié et regardant Ox. L'action inductrice de chaque courant circulaire, par conséquent celle du solénoïde, est une force appliquée à la masse m et dirigée suivant Oy ou en sens opposé, suivant que la variation instantanée est positive ou négative. Lorsque la distance de la masse induite est suffisamment grande, l'action due à un seul courant circulaire se calcule par cette expression, que j'ai démontrée dans les *Comptes rendus* du 10 septembre dernier,

$$B = \frac{K}{2} m \frac{di}{dt} \frac{\pi \rho'^2}{R'^2} \sin \varepsilon'.$$

R' est la distance du point O au centre c du courant considéré; ε' l'angle que R' fait avec l'axe du solénoïde; ρ' le rayon du courant circulaire dont c est le centre. Je désigne par u la latitude du circuit C par rapport au plan mené du centre G de la sphère perpendiculairement à l'axe du système; par ∂ la distance Gc; par ρ le rayon de la sphère; par R la distance OG et par ε l'angle que R fait avec l'axe du solénoïde. On a immédiatement

ces formules

$$\partial = \rho \sin u, \quad R' \sin \varepsilon' = R \sin \varepsilon, \quad R'^2 = R^2 + 2\partial R \cos \varepsilon + \partial^2,$$

$$B = \frac{K}{2} m \frac{di}{dt} \frac{\pi \rho^2}{R^2} \sin \varepsilon \frac{\cos^2 u}{\left(1 + 2 \frac{\rho}{R} \cos \varepsilon \sin u + \frac{\rho^3}{R^2} \sin^2 u\right)^{\frac{2}{3}}};$$

u varie seul lorsqu'on passe d'un circuit à l'autre, puisque la variation instantanée di a été supposée la même dans tout le courant. Désignons par u' la mesure de l'angle dont le sommet est en G et dont les côtés interceptent la distance constante l qui sépare sur la sphère deux circuits consécutifs. Nous avons $\rho u' = l$ et nous voyons que u' sera très petit en même temps que le rapport de l à ρ; représentons par $f(u)$ la valeur générale de B et par Y la résultante des forces analogues à cette dernière, et qui proviennent des courants compris entre les valeurs u_1 et u_2 de u; nous avons

$$Y = f(u_1) + f(u_1 + u') + f(u_1 + 2u') + \ldots + f(u_2).$$

Quand u' est très petit, le second membre diffère peu d'une intégrale définie, et, en désignant par Δ la correction, on a

$$Y = \frac{1}{u'} \int_{u_1}^{u_2} f(u)\, du + \Delta.$$

Une valeur approchée de Δ est donnée par cette formule connue, que l'on trouve au commencement du *Traité de Mécanique* de Poisson,

$$\Delta = \tfrac{1}{2}[f(u_1) + f(u_2)] + \frac{u'}{12}[f'(u_2) - f'(u_1)];$$

les limites que nous prendrons pour l'intégrale seront $-\frac{\pi}{2}$, $\frac{\pi}{2}$, et à ces limites $\cos u$ est nul, ainsi que les quatre termes de Δ. Nous avons donc, avec une assez grande approximation,

$$Y = \frac{K}{2} m \frac{di}{dt} \sin \varepsilon \frac{\pi \rho^2}{R^2} \frac{l}{\rho} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos^2 u\, du}{\left(1 + \frac{2\rho}{R} \cos \varepsilon \sin u + \frac{\rho^2}{R^2} \sin^2 u\right)^{\frac{3}{2}}}.$$

» Pour calculer approximativement la valeur de l'intégrale, nous négligerons dans la dérivée les termes du deuxième ordre eu égard au rap-

port $\frac{\rho}{R}$, qui est supposé très petit. Nous avons d'abord

$$Y = \frac{K}{2} m \frac{di}{dt} \sin\varepsilon \frac{\pi\rho^2}{R^2} \frac{\rho}{l} \int_{-\frac{\pi}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \cos^2 u \left(1 - \frac{3\rho}{R} \cos\varepsilon \sin u\right) du.$$

La valeur de cette intégrale est $\frac{\pi}{2}$; on a donc finalement

$$Y = \frac{K}{2} m \frac{di}{dt} \sin\varepsilon \frac{\pi\rho^3}{R^2} \frac{\pi\rho}{2l}.$$

» Supposons que le solénoïde ait le même rayon que le Soleil et que la distance R où est placée la masse induite m soit celle qui sépare la Terre de l'astre. Nous avons alors

$$R = 220,95.\rho, \quad \frac{\rho^2}{R^2} = 0,000020484;$$

le quart de la circonférence de la Terre est de $100\,000^{hm}$: la quantité analogue pour le Soleil est donc $10\,855\,000^{hm}$. Si nous admettons que les courants électriques se succèdent sur le Soleil à une distance l exprimée par une fraction $\frac{1}{n}$ d'hectomètre, nous aurons

$$l = \frac{1}{n}, \quad \frac{\rho^2}{R^2} \frac{\pi\rho}{2l} = n.222,35$$

et, par suite,

$$Y = \frac{\pi}{2} m \frac{di}{dt} \pi \sin\varepsilon\, n.222,35.$$

Pour savoir si cette force d'induction est efficace à la distance où est la Terre, et sans donner à $\frac{di}{dt}$ des valeurs excessives, il n'y a plus qu'à la comparer à une force analogue provenant d'une expérience de laboratoire et qui donnerait des effets sensibles; c'est ce que je ferai plus tard.

» Pour un système de solénoïdes sphériques qui seraient concentriques, semblables entre eux et semblablement placés, et dont tous les courants éprouvaient la même variation instantanée d'intensité, la force d'induction est

$$Y_1 = \frac{K}{2} m \frac{di}{dt} \pi \sin\varepsilon \frac{\rho^2}{R^2} \frac{\pi\rho}{2l} \frac{\rho}{3\lambda} \left(1 - \frac{\rho'^2}{\rho^2}\right).$$

ρ, ρ' sont les rayons extérieur et intérieur du système; λ est la distance constante qui sépare deux surfaces consécutives. »

CHIMIE. — *Sur les produits de la fermentation du sucre de canne provoquée par la terre arable.* Note de MM. **Dehérain** et **Maquenne**, présentée par M. H. Debray.

« En recherchant l'an dernier à quelle cause devait être attribuée la réduction des nitrates dans la terre arable, nous avons reconnu qu'elle était due à l'action d'un ferment anaérobie et qu'elle était accompagnée d'un dégagement d'azote et de protoxyde d'azote ([1]).

» Quand on ajoute, à la terre arable, de la craie et un hydrate de carbone, comme le sucre de canne, et qu'on maintient le mélange complètement immergé dans l'eau à une température de 35°, on obtient un dégagement de gaz très abondant, formé d'hydrogène et d'acide carbonique, et le liquide renferme des proportions notables d'acide butyrique.

» Pour connaître plus complètement les produits formés dans cette fermentation, nous avons mélangé, dans un grand vase renfermant environ 30^{lit} d'eau, 1^{kg} de sucre, 1^{kg} de craie et 1^{kg} de terre de jardin ; la température a été maintenue à l'aide d'un régulateur à gaz entre 35 et 40°. La fermentation, d'abord assez active pour provoquer le débordement du liquide, se calme peu à peu, et cesse un mois environ après le commencement de l'expérience : tout le sucre disparaît; au début le gaz dégagé est de l'hydrogène presque pur, des doses croissantes d'acide carbonique s'y ajoutent peu à peu.

» 20 litres du liquide décanté ont été soumis à la distillation, et le produit obtenu a été rectifié à deux reprises différentes à l'aide de l'appareil à boules de MM. Le Bel et Henninger; l'addition du carbonate de potasse a séparé du liquide distillé une couche d'alcools qui ont été rectifiés de nouveau après dessiccation sur du carbonate de potasse; on a recueilli ainsi, de 78 à 80°, environ 10^{cc} d'alcool qui, mélangé à du chlorure d'acétyle, a donné l'odeur caractéristique de l'éther éthylacétique.

» En continuant la distillation, nous avons vu la température s'élever rapidement jusque vers 106°, et, de cette température jusqu'à 140°, on a recueilli 4 ou 5^{cc} d'un mélange qui, encore traité par le chlorure d'acétyle, a donné l'odeur dominante de l'acétate d'amyle.

» Les liquides renfermaient donc, non seulement de l'alcool éthylique,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCV.

mais, en outre, de petites quantités d'alcools supérieurs, y compris peut-être l'alcool hexylique, puisque la distillation ne se termine qu'à 140°.

» Pour rechercher les acides volatils saturés par la chaux de la craie ajoutée au mélange, le résidu de la distillation a été évaporé jusqu'à siccité, puis distillé avec un mélange d'acide sulfurique et d'alcool. Après agitation avec du chlorure de calcium, on a pu séparer une couche d'éthers à odeur de fruit qui ont été rectifiés dans l'appareil à boules.

» De 70° à 79°, on a recueilli environ 100^{cc} d'éther acétique, le thermomètre monte ensuite rapidement jusqu'à 95°; de cette température à 102°, on a recueilli 25^{cc} d'éther propionique; de 102° à 115°, il n'a passé que quelques gouttes de liquide, tandis que de 115° à 122°, tout le reste a distillé; on a obtenu, dans cette dernière partie de la distillation, environ 100^{cc} d'éther butyrique.

» Les éthers acétique et butyrique ont été reconnus à leur odeur et leur point d'ébullition. Quant au liquide passant vers 100°, point d'ébullition de l'éther propionique, on l'a saponifié, puis on a décomposé le sel fourni par l'acide sulfurique et l'on a obtenu un acide volatil passant de 135° à 139°, présentant une odeur qui rappelle à la fois celle de l'acide acétique et celle de l'acide butyrique, et qui nous paraît être l'acide propionique.

» Il s'est donc formé, pendant cette fermentation, les trois principaux acides de la série grasse sans acides supérieurs.

» La méthode précédente ne nous permettait pas d'apprécier la proportion totale de ces acides; pour la déterminer, on a distillé une portion du liquide brut avec de l'acide phosphorique et de l'eau qu'on a renouvelée tant que les vapeurs ont été acides.

» Un essai acidimétrique nous a montré que les 30^{lit} du liquide primitif renfermaient 247^{gr} d'acide évalué en acide sulfurique anhydre, ce qui correspondrait à environ 450^{gr} d'un mélange en parties égales d'acide acétique et d'acide butyrique.

» *Conclusions.* — Les ferments de la terre arable agissant sur du sucre de canne à 35°, en présence du carbonate de chaux et à l'abri du contact de l'air, fournissent donc les produits suivants :

» 1° De petites quantités d'alcool éthylique et des quantités plus faibles encore d'alcools supérieurs ;

» 2° Des proportions d'acide acétique, butyrique et propionique, les deux premiers beaucoup plus abondants que le dernier, telles qu'elles représentent à peu près la moitié du sucre employé. Le ferment dominant est

donc, comme nous l'avons dit l'an dernier, de l'ordre des ferments butyriques. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur les blés des Indes.* Note de M. **Balland.**
(Extrait.)

« Les farines de blé des Indes contiennent des farines de Légumineuses en proportions notables.... En examinant les blés eux-mêmes, j'ai pu constater, sur des sacs expédiés de Bombay, qu'ils contenaient des graines de Légumineuses : un échantillon moyen, prélevé sur plusieurs sacs, m'a donné environ 3 pour 100.

» Voici d'ailleurs la liste de toutes les graines étrangères que j'ai pu recueillir dans ces blés (¹) :

Légumineuses.

	Pour 100.	
Vicia peregrina	Environ 1,2	
Cicer arietinum / » var : nigrum	» 0,7	
Ervum uniflorum	» 0,2	
Cajanus indicus	Quelques graines.	
Acacia Lebeck	»	
Tamarindus indica	»	enlevées par le criblage.
Cassia ?	»	
Rhynchosia ?	»	

Cucurbitacées.

Citrullus vulgaris .... Quelques graines enlevées par le criblage.

Euphorbiacées.

Ricinus communis .... Quelques graines enlevées par le criblage.

Linées.

Liniens usitatissimum .... Environ 0,05

(¹) Les déterminations ont été faites au laboratoire des graines du Muséum, par mon collègue M. Léon Masse : les graines étrangères sont classées suivant leur abondance. Par leurs dimensions, elles échappent en grande partie à l'action du criblage.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'empoisonnement par le jéquirity.* Note de MM. **Cornil** et **Berlioz** [1], présentée par M. Bouley.

« Nous avons communiqué, dans la séance du 17 septembre, le résultat de nos recherches sur l'action des bacilles du jéquirity chez les lapins et les cobayes. Un de ces derniers animaux ayant survécu à un phlegmon profond et à une gangrène locale déterminés par l'injection sous-cutanée d'une faible dose du poison, nous nous sommes assurés qu'il avait acquis l'immunité. Nous lui avons injecté, dans le péritoine, une dose de la macération quadruple de celle qui tue infailliblement un animal de même espèce. Il a présenté, les jours suivants, un œdème inflammatoire de la peau de l'abdomen et un abcès sous-cutané qui n'ont en rien altéré sa santé générale. Le poison injecté dans le péritoine s'est éliminé en grande partie par l'œdème et par l'abcès sous-cutané.

» Lorsque les lapins succombent après une injection sous la peau ou dans une cavité séreuse, on trouve, au lieu de l'inoculation, une inflammation locale et une grande quantité de bacilles, mais il y a très peu de ces microorganismes dans les organes et il est quelquefois impossible de les retrouver dans le sang. Nous avons supposé qu'ils sont éliminés à mesure qu'ils pénètrent dans le sang. Nous en trouvions, en effet, dans l'urine prise dans la vessie, au moment de la mort. Pour vérifier plus sûrement cette hypothèse de l'élimination des bactéries, nous avons injecté, chez les lapins, dans une veine de l'oreille, 2^{cc} ou 3^{cc} de la macération de jéquirity. Les animaux mouraient environ six heures après l'injection, après avoir présenté une élévation de $1°$ à $1°,5$ de la température rectale, de l'anhélation, de l'affaiblissement musculaire, puis un abaissement de $3°$ à $4°$ de la température. Une ou deux heures après le début de l'expérience, ils rendaient à la fois, par l'urine et par une diarrhée muqueuse, une grande quantité de bacilles caractéristiques. Le sang examiné pendant cette période de l'élimination des bactéries montrait des bacilles réunis en petits îlots autour des globules blancs. A l'autopsie de ces animaux on constatait de la congestion et des ecchymoses des organes et des muqueuses, et, sur les coupes de l'intestin, la présence des bacilles dans les capillaires de la muqueuse et des villosités, dans les glandes de Lieberkühn et à la surface du revêtement épithélial.

---

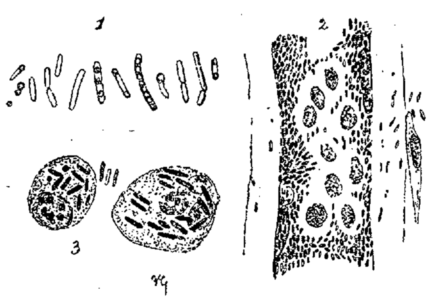
[1] Travail du laboratoire d'Anatomie pathologique de la Faculté de Médecine.

» Quoique les petits mammifères succombent à une maladie septique déterminée par les bacilles du jequirity, ils n'en présentent qu'un petit nombre au moment de la mort, parce que ces microbes ne trouvent pas dans le sang des animaux à sang chaud un milieu propre à leur développement. Tout au contraire, le sang de la grenouille et probablement des animaux à sang froid constitue pour eux un milieu de culture beaucoup mieux approprié.

» Chauffée dans une étuve à 40° pendant quarante-huit heures, la macération de jequirity n'offre plus que des bâtonnets minces, ou des spores, presque tous sans mouvements.

» L'injection de la macération de jequirity chez les grenouilles détermine une maladie virulente caractérisée par la présence de myriades de bacilles vivants, animés des mouvements les plus actifs dans toute la masse du sang et de la lymphe.

» Nous avons injecté d'abord de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ centimètre cube dans le sac lymphatique dorsal. Les animaux mouraient en deux ou trois jours, après avoir montré un affaiblissement musculaire et un œdème progressifs, des ecchymoses aux orteils et en divers points de la peau, quelquefois du mucus sanguinolent dans la bouche. Le sang du cœur et de tous les vaisseaux contenait une quantité colossale de bactéries vivantes. Le même résultat suivait l'injection de la macération du jéquirity dans le péritoine. L'autopsie de ces animaux montrait une grande quantité de bacilles vivants dans les cavités séreuses, dans les milieux liquides de l'œil, dans le ganglion



Bacilles du jéquirity. — 1, diverses formes des bâtonnets et de leurs spores destinés à un grossissement de 1000 diamètres; 2, les mêmes bacilles, dans un vaisseau du mésentère de la grenouille; 3, cellules lymphatiques telles qu'on les trouve dans les vaisseaux du foie et dans le ganglion mésentérique de la grenouille.

abdominal et partout dans le sang. Les coupes des organes durcis, colorés avec les couleurs d'aniline, et montées dans le baume donnent les préparations les plus démonstratives. Les capillaires du poumon, du foie, de l'intestin, du rein, les veines de la rate, les vaisseaux de la moelle des

os, de la vessie, etc., contiennent partout des bacilles libres, ou accolés aux cellules lymphatiques situées dans le protoplasma de ces dernières. Les cellules lymphatiques du ganglion abdominal en sont tout particulièrement remplies.

» Les bacilles n'existent que dans le sang, dans la lymphe et dans les liquides excrémentitiels, urine, mucus intestinal.

» La cornée, les tissus fibreux et ligamenteux à faisceaux serrés, les lamelles osseuses, les tubes nerveux, ne sont pas pénétrés par eux. Les cellules des parenchymes, du foie, du rein, etc., ne présentent pas de lésion appréciable. On n'observe pas non plus de coagulation du sang dans les vaisseaux ni d'infarctus.

» L'injection d'une faible quantité de macération de jequirity, deux à trois gouttes, produit chez les grenouilles la même maladie; la mort survient en trois, quatre ou cinq jours. Le sang d'une grenouille malade est lui-même virulent. En injectant moins d'une goutte de ce sang dans le sac dorsal d'une grenouille, elle succombe au bout de quatre jours avec une généralisation des microbes dans le sang et dans les liquides de toute l'économie.

» Cette maladie virulente de la grenouille est comparable au charbon par le grand nombre des microbes aérobies qui se développent dans le sang et rendent l'hématose impossible.

» *Conclusions.* — Les bacilles du jequirity produisent des effets différents suivant l'espèce des animaux expérimentés, le lieu de l'inoculation et la dose employée.

» Chez les *petits mammifères*, leur absorption par la peau à petite dose produit des phénomènes locaux d'inflammation ou de gangrène et confère l'immunité. A plus haute dose, il s'ensuit une maladie virulente mortelle. Injectés dans le péritoine, les bacilles donnent lieu à une péritonite et parfois à des infarctus du foie avec coagulation du sang dans certaines branches de la veine-porte qui contiennent des bacilles. Les cellules hépatiques sont mortifiées dans ces infarctus.

» Chez les *grenouilles* et probablement chez d'autres espèces d'animaux à sang froid ([1]), on détermine une maladie virulente caractérisée par la pullulation extraordinaire des bacilles dans le sang et la lymphe. Cette maladie se développe par l'inoculation d'une très faible quantité de poison et elle est inoculable par le sang. »

([1]) Nous n'avons inoculé jusqu'ici que deux poissons, une petite carpe et une tanche, qui sont morts dans les vingt-quatre heures avec des bacilles dans la séreuse abdominale.

ÉCONOMIE RURALE. — *Influence de la pulpe de diffusion sur le lait de vache.* Note de MM. **A. Andouard** et **V. Dézaunay**, présentée par M. Chatin.

« On admet généralement aujourd'hui que la pulpe résultant du traitement de la betterave par la diffusion augmente la quantité aussi bien que la qualité du lait des vaches. Au dire de M. Simon-Legrand et d'autres agriculteurs, son usage améliore tout à la fois les animaux, dont la chair devient tendre et succulente, et leurs produits, en particulier le beurre, qui prend une saveur recherchée en même temps qu'il devient d'une plus facile conservation.

» Nous ne prétendons point nous inscrire d'une manière absolue contre cette appréciation, mais nos essais ne nous permettent pas de nous associer complètement aux éloges décernés à la pulpe de diffusion, considérée comme agent améliorant du lait et de ses principes. Voici le résumé des observations sur lesquelles est fondée notre réserve :

» L'expérience a été commencée le 24 mars 1883 sur une vache de race nantaise, du poids de 300^{kg} environ. La bête était bien portante, elle avait vêlé le 11 décembre 1882 et avait été saillie le 13 janvier suivant. Son lait, journellement consommé par la famille de l'un de nous et par quelques personnes du voisinage, était excellent jusqu'au jour où l'on fit entrer dans son régime la pulpe de diffusion.

» A dater de ce moment, il manifesta une tendance marquée à la coagulation spontanée. En outre, lorsqu'on le portait à l'ébullition, la crème s'agglomérait en petites masses qui lui donnaient l'apparence de lait tourné, alors qu'il n'avait éprouvé aucune altération. Sa saveur elle-même était moins agréable que par le passé, et il n'était pas possible de mettre ce changement sur le compte de l'imagination, car au nombre des consommateurs se trouvait un enfant âgé d'un mois, qui témoigna plus énergiquement que personne de la qualité défectueuse du produit.

» Ne pouvant croire, au premier instant, à un effet aussi formellement en désaccord avec les opinions reçues, nous avons essayé plusieurs fois, et sans en avertir la mère, de faire reprendre à l'enfant dont nous venons de parler le lait de la vache nourrie à la pulpe. A chaque tentative nouvelle, l'enfant était bientôt pris de vomissements et repoussait avec obstination le breuvage qu'on lui présentait. Le doute n'était pas admissible, et la constance des phénomènes observés accusait nettement la pulpe d'être la cause de l'altération du lait.

» Ce résultat ne laissa pas que de nous surprendre, et il nous inspira le désir de vérifier la réalité des assertions relatives à l'action du même aliment sur la production et sur la composition chimique du lait. La pulpe employée dans nos essais venait de la sucrerie de Paimbœuf. Elle contenait 1,08 pour 100 d'acides organiques, exprimés en acide acétique, et ne présentait rien d'anormal dans sa composition. Mais nous ferons remarquer de suite qu'une vache, consommant chaque jour 50^{kg} de pulpe ainsi constituée, absorbe 540^{gr} d'acides acétique et homologues, dose importante et susceptible vraisemblablement de modifier la nature de la sécrétion lactée.

» Avant de rien changer à la nourriture habituelle de la vache en expérience, nous avons soumis son lait à l'analyse chimique, pour avoir un terme de comparaison. Cette notion acquise, nous avons introduit la pulpe dans l'alimentation de l'animal à dose d'abord croissante, puis décroissante. Dans la dernière semaine, la pulpe a été remplacée par la betterave entière et, enfin, par le rutabaga. Le relevé ci-dessous établit la succession des aliments et la production qu'ils ont excitée pendant les trente-cinq jours qu'ont duré les recherches :

				Traite moyenne.
			kg	lit
Première semaine	:	Rutabagas.......	10	5,07
Deuxième	»	Pulpe de diffusion..	27	5,72
Troisième	»	» ..	55	6,25
Quatrième	»	» ..	25	6,68
Cinquième	»	Betterave coupée...	10	5,70

» D'après ce qui précède, il est évident que la pulpe de diffusion l'emporte sur le rutabaga et même sur la betterave entière, au point de vue de l'activité qu'elle imprime à la sécrétion lactée. Partie de $5^{lit},07$ avec le rutabaga comme stimulant, la traite moyenne s'est élevée, en moins de 15 jours et sous l'influence de la pulpe, à un maximum de $6^{lit},68$, pour redescendre de suite à $5^{lit},70$, lorsqu'à celle-ci nous avons substitué la betterave intacte. Ces chiffres parlent sans commentaires.

» Ainsi, grâce à la pulpe de diffusion, le volume total du lait a suivi une progression ascendante rapide; en est-il de même de la proportion respective des éléments nutritifs? Nos analyses répondent à cette question. Si l'on en rapproche les moyennes, on voit que, dans les limites de nos expériences, la caséine et les sels minéraux n'ont pas éprouvé de variations sensibles. Le beurre et le sucre ont pris, au contraire, un maximum notable, correspondant, pour le premier de ces principes, à la plus forte

ration de pulpe, et, pour le second, au début du changement de nourriture.

» A ne considérer que les poids, il est certain que cet aliment est favorable à l'augmentation des éléments hydrocarbonés et du volume total du lait. Malheureusement il nous semble contestable que les qualités organoleptiques bénéficient également de son usage.

» A quel principe de la pulpe faut-il attribuer ce changement, et devons-nous le regarder comme un accident fortuit ou comme une conséquence de ce régime alimentaire? Nous inclinons vers la deuxième hypothèse et nous imputons l'infériorité du lait aux acides organiques engendrés par la fermentation de la pulpe. Cette fermentation étant inévitable, nous craignons qu'il n'en soit de même de l'inconvénient précité. Nous nous proposons, du reste, de reprendre l'étude de cette question sur une plus grande échelle, pendant la prochaine campagne sucrière, en employant comparativement la pulpe sortant de la presse et celle qui a été conservée en silos.

» En attendant, nous déduisons de nos recherches actuelles les conclusions suivantes ;

» 1° La pulpe de diffusion conservée en silos et donnée à une vache à la dose de 27^{kg}, puis de 55^{kg} par jour, a produit immédiatement une augmentation de près de 32 pour 100 de rendement antérieur en lait;

» 2° Elle a paru sans influence sur la richesse du lait en caséine et en sels minéraux;

» 3° Mais elle a élevé la proportion du beurre de 12,40 pour 100, et celle du sucre de 23,64 pour 100 du poids primitif des mêmes éléments;

» 4° Enfin, elle a communiqué au lait une saveur moins agréable et une prédisposition certaine à la fermentation acide. Jusqu'à vérification, nous hésitons à croire que le beurre fourni par un lait de cette nature soit d'excellente qualité. »

GÉOLOGIE. — *Les serpentines et les terrains ophiolithiques de la Corse, leur âge.* Note de M. Dieulafait, présentée par M. Daubrée.

« En 1880, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie un Mémoire sur les terrains ophiolithiques de l'île de Corse, Mémoire dont les conclusions étaient : 1° qu'il n'existe pas en Corse de serpentines tertiaires; 2° que tous les terrains serpentineux de la Corse sont d'origine sédimentaire. Depuis 1880, j'ai de nouveau étudié la Corse; d'un autre côté, les

géologues italiens ont fait connaître, pour la Toscane, l'île d'Elbe et la Corse, bien des résultats qu'on ne possédait pas en 1880. Je crois dès lors être en mesure de faire faire à cette question complexe des terrains serpentineux un nouveau pas en avant. Je reprends seulement ma première conclusion de 1880, celle de l'âge; j'examinerai prochainement la seconde.

» Un des savants chargés du relevé de la Carte géologique de l'Italie, M. l'ingénieur Loti, qui vient d'achever la Carte géologique de l'île d'Elbe, a voulu, comme vérification, étudier la géologie de la Corse et spécialement ses terrains ophiolithiques si développés dans le Nord, précisément en face de l'île d'Elbe. Après cette étude de vérification, M. Loti écrit :

« En laissant de côté la question d'origine, mes observations sur les serpentines (de la Corse) sont en complet accord (*in pienissimo accordo*) avec celles de Dieulafait. En aucun lieu, il ne m'a été donné d'observer des serpentines associées à des roches éocènes comme dans l'île d'Elbe et en Toscane. » (*Boll. del R. Comit. geol. d'Italia*, 9e série, t. IV, p. 70, 1883.)

» Ainsi voilà un premier point définitivement acquis : *il n'existe pas de serpentines d'âge tertiaire en Corse.*

» Dans un autre Mémoire (*Comptes rendus*, 1880), je suis arrivé absolument aux mêmes conclusions pour les Pyrénées. Cette opinion, soutenue de tous temps par M. Hébert pour cette grande région, n'a plus reparu dans la Science depuis 1880. Les beaux travaux de M. Lory dans les Alpes françaises, ceux de M. Alphonse Favre dans les Alpes de la Savoie et de la Suisse, ceux des géologues italiens sur le versant italien de la chaîne principale des Alpes, sont tous arrivés aux conclusions formulées plus haut pour la Corse et les Pyrénées : *les terrains ophiolithiques sont plus anciens que la base du Jura.*

» Une conséquence bien remarquable ressort de ce qui précède, c'est qu'après tous ces refoulements de terrains ophiolithiques, au moins jusque dans le trias, on ne voit plus maintenant pour l'Europe entière qu'une petite région où existeraient des terrains ophiolithiques d'âge tertiaire : ce serait la partie occidentale de l'Italie.

» Existe-t-il, même en Italie, des terrains ophiolithiques d'âge tertiaire?

» Il y a quatre ou cinq ans seulement pour la Corse et les Pyrénées, elle n'eût pas paru moins extraordinaire qu'aujourd'hui, et, si je n'avais pas étudié à plusieurs reprises l'Italie occidentale, je ne l'aurais pas formulée là. Deux conclusions sont résultées pour moi de ces études : la première est que, si les descriptions des géologues italiens sont en général supérieure-

ment faites dans ce qui se rapporte à ce qu'on peut appeler le côté géométrique visible, il y a de grandes réserves à faire sur leur manière d'interpréter les faits et, par suite, sur les conséquences à en tirer. Ainsi, en bien des points, les terrains serpentineux rapportés à la formation tertiaire sont recouverts par des dépôts dont l'âge tertiaire ne peut être mis un seul instant en doute, mais on ne voit pas ce qui supporte le terrain serpentineux; ce support peut dès lors appartenir au trias, ou même à des horizons beaucoup plus anciens, et les roches ophiolithiques être liées comme âge à ces terrains anciens et nullement aux dépôts tertiaires qui les recouvrent. C'est exactement, on le sait aujourd'hui, ce qui a lieu pour la Corse.

» Ma conviction est qu'il en est souvent ainsi pour l'Italie occidentale. La deuxième conclusion de nos études en Italie est qu'en bien des points on a rapporté à la formation tertiaire des dépôts qui sont beaucoup plus anciens.

» Une autre conclusion des études de M. Loti en Corse est que les terrains ophiolithiques de cette île sont sur le même horizon que les terrains analogues de l'île d'Elbe et de la Toscane auxquels M. Loti applique la dénomination de *terrains ophiolithiques anciens*. Il rapporte tout cet ensemble au silurien, ou même à un horizon plus ancien; les terrains serpentineux de la Corse sont beaucoup plus récents.

» Voici la succession qui se montre de la façon la plus nette dans la vallée de la Restonica, près de Corte :

Calcaires marneux à *Avicula contorta*, base du Jura. Petit dépôt gréseux et marneux :

1. Calcaire bleu charbonneux bien stratifié 60m
2. Schistes ardoisiers *englobant tous les dépôts ophiolithiques de la Corse* 600
3. Marbre blanc parfaitement stratifié avec polypiers (marbre de Corte) 30
4. Schistes analogues à ceux du n° 2 350
5. Protogyne et roches granitoïdes sur une grande épaisseur; système passant inférieurement au granit à gros grains qui constitue la plus grande partie de la région occidentale de la Corse.

» Les études que j'ai faites en Corse depuis dix ans, et cette année même encore, me permettent de considérer comme démontré que les terrains ophiolithiques de la Corse sont étroitement limités entre le calcaire-marbre n° 3 et le calcaire bleu n° 1. Or le calcaire bleu (n° 1) est plus ancien que l'infralias, puisqu'il est recouvert par l'horizon à *Avicula contorta* :

s'il n'y a pas de lacune, ce calcaire est nécessairement triasique; dès lors les schistes n° 2 appartiendraient au trias inférieur ou au permien : tel serait l'âge des terrains ophiolithiques de la Corse.

» Il reste en Corse d'autres dépôts rapportés à la formation dioritique : tels sont ceux de San Lucia, de Tallano, des îles Sanguinaires, de la rade d'Ajaccio, etc.; mais ces dépôts sont tous intercalés dans le granite, c'est-à-dire dans la division n° 5; ils n'ont donc aucun rapport comme âge avec ceux dont nous nous occupons ici : je les examinerai du reste prochainement. En attendant, l'exposé qui précède conduit à la conclusion suivante :

» Les terrains ophiolithiques de la Corse, développés sur une étendue de plus de 200^{km}, ne sont nullement en relation avec les terrains les plus divers, comme on l'a cru jusqu'ici; ils sont, au contraire, rigoureusement contenus dans un seul horizon parfaitement défini et relativement très limité en hauteur. Il est *démontré* que cet horizon est notablement plus ancien que la base de l'infralias à *Avicula contorta* et qu'il devra, selon toute probabilité, être rapporté au trias inférieur ou au permien. »

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

ERRATUM.

(Séance du 10 septembre 1883.)

Page 633, ligne 3 en remontant, *au lieu de* M. W.-R. Brame, *lisez* M. W.-R. Browne.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 OCTOBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur une formule de Hansen;* par M. F. TISSERAND.

PREMIÈRE PARTIE.

« En désignant par r et r' les rayons vecteurs de deux planètes, par V leur angle, l'inverse de la distance mutuelle de ces planètes est

$$(1) \qquad \frac{1}{\Delta} = \frac{1}{\sqrt{r^2 + r'^2 - 2rr'\cos V}}.$$

» On a, du reste,

$$(2) \qquad z = \cos V = \cos u \cos u' + \sin u \sin u' \cos J,$$

où J représente l'inclinaison mutuelle des orbites, u et u' les distances angulaires des planètes à l'un des points d'intersection des orbites.

» Lorsque les rayons r et r' sont notablement différents, on développe

l'expression (1) comme il suit :

$$\frac{1}{\Delta} = \sum_0^\infty \frac{r^n}{r'^{n+1}} \mathrm{P}^{(n)}(z),$$

où l'on suppose $r < r'$; $\mathrm{P}^{(n)}(z)$ est le polynôme de Legendre.

» Il s'agit maintenant de remplacer z, dans ce polynôme, par sa valeur (2).

» Quand on ordonne le résultat suivant les cosinus des multiples de J, on a la formule remarquable de Laplace.

» Mais, dans la théorie des perturbations, on est amené à développer $\mathrm{P}^{(n)}(z)$ suivant les cosinus des multiples de u et u'; Hansen a donné l'expression générale du résultat [1]; mais sa démonstration est très compliquée; depuis, M. Cayley l'a simplifiée [2].

» Je suis arrivé à en donner une qui me paraît très satisfaisante, et qui m'a conduit à généraliser certains résultats auxquels j'étais arrivé dans un travail antérieur.

» Je pose

$$u' - u = x,$$
$$u' + u = y,$$
$$\cos^2 \frac{\mathrm{J}}{2} = \mu,$$
$$\sin^2 \frac{\mathrm{J}}{2} = \nu;$$

d'où

$$\mu + \nu = 1,$$

(3) $$z = \mu \cos x + \nu \cos y.$$

» Il faut trouver ce que devient $\mathrm{P}^{(n)}(z)$, quand on y remplace z par son expression (3), et développer le résultat suivant les cosinus des multiples de x et y. Je pose

(4) $$\mathrm{P}^{(n)}(z) = 4 \Sigma \mathrm{C}_{i,j}^{(n)} \cos ix \cos jy$$

en convenant de remplacer le facteur 4 par 2, lorsque l'un des indices i et j est nul, et par 1 quand ils sont nuls tous les deux; i et j sont positifs, et le signe Σ s'étend à toutes les valeurs entières pour lesquelles l'expression $n - i - j$ est positive et égale à un nombre pair.

---

[1] *Mémoires de la Société des Sciences de Saxe*, t. II.

[2] *Mémoires de la Société royale astronomique*, t. XXVIII.

» Il s'agit de trouver l'expression générale de $C_{i,j}^{(n)}$.

» Pour y arriver, je vais former une équation aux dérivées partielles du second ordre, que vérifie la fonction $P^{(n)}(z)$, considérée comme une fonction de x, y et J.

» On trouve aisément, en ayant égard à (3),

$$\frac{\partial^2 P^{(n)}}{\partial x^2} = \mu^2 \sin^2 x \frac{d^2 P^{(n)}(z)}{dz^2} - \mu \cos x \frac{d P^{(n)}(z)}{dz},$$

$$\frac{\partial^2 P^{(n)}}{\partial y^2} = \nu^2 \sin^2 y \frac{d^2 P^{(n)}(z)}{dz^2} - \nu \cos y \frac{d P^{(n)}(z)}{dz},$$

$$\frac{\partial P^{(n)}}{\partial J} = \frac{1}{2} \sin J (\cos y - \cos x) \frac{d P^{(n)}(z)}{dz},$$

$$\frac{\partial^2 P^{(n)}}{\partial J^2} = \frac{1}{4} \sin^2 J (\cos y - \cos x)^2 \frac{d^2 P^{(n)}}{dz^2} + \frac{1}{2} \cos J (\cos y - \cos x) \frac{d P^{(n)}(z)}{dz}.$$

On a, du reste, l'équation bien connue

$$(1 - z^2) \frac{d^2 P^{(n)}(z)}{dz^2} - 2z \frac{d P^{(n)}(z)}{dz} + n(n+1) P^{(n)}(z) = 0.$$

En partant de ces équations, on trouve aisément

$$(5) \qquad \frac{\partial^2 P^{(n)}}{\partial J^2} + \cot J \frac{\partial P^{(n)}}{\partial J} + \frac{1}{\mu} \frac{\partial^2 P^{(n)}}{\partial x^2} + \frac{1}{\nu} \frac{\partial^2 P^{(n)}}{\partial y^2} + n(n+1) P^{(n)} = 0 :$$

c'est l'équation cherchée.

» En y substituant pour $P^{(n)}$ son développement (4), on trouve

$$(6) \qquad \frac{d^2 C_{i,j}^{(n)}}{dJ^2} + \cot J \frac{d C_{i,j}^{(n)}}{dJ} + \left[n(n+1) - \frac{i^2}{\mu} - \frac{j^2}{\nu} \right] C_{i,j}^{(n)} = 0.$$

En formant les valeurs de $C_{i,j}^{(n)}$, pour $n = 1$, $n = 2$, ..., on est amené à penser que $C_{i,j}^{(n)}$ contient en facteur $\mu^i \nu^j$; c'est, du reste, ce qu'on pourrait démontrer en partant de cette formule de Jacobi

$$\int_0^\pi \psi(\mu \cos x) \cos ix \, dx = \frac{\mu^i}{3.5\ldots(2i-1)} \int_0^\pi \psi^{(i)}(\mu \cos x) \sin^{2i} x \, dx.$$

» Posons donc

$$(7) \qquad C_{i,j}^{(n)} = \mu^i \nu^j A_{i,j}^{(n)};$$

nous trouverons que l'équation (6) devient

$$\frac{d^2 A_{i,j}^{(n)}}{dJ^2} + \frac{1}{\sin J} [(2j + 2i + 1) \cos J + 2j - 2i] \frac{d A_{i,j}^{(n)}}{dJ} + (n - i - j)(n + i + j + 1) A_{i,j}^{(n)} = 0,$$

équation beaucoup plus simple que (6).

» Au lieu de J, j'introduis $\nu = \sin^2\frac{J}{2}$, et je trouve

$$0 = (\nu - \nu^2)\frac{d^2 A_{i,j}^{(n)}}{d\nu^2}$$
$$+ [2j + 1 - 2(i+j+1)\nu]\frac{dA_{i,j}^{(n)}}{d\nu} + (n-i-j)(n+i+j+1)A_{i,j}^{(n)}.$$

On reconnaît l'équation différentielle de la série hypergéométrique. On aura donc, en désignant par $k_{i,j}^{(n)}$ une constante,

$$(8)\qquad \begin{aligned} A_{i,j}^{(n)} &= k_{i,j}^{(n)} F(i+j-n,\ i+j+n+1,\ 2j+1,\ \nu),\\ C_{i,j}^{(n)} &= k_{i,j}^{(n)} \mu^i \nu^j F(i+j-n,\ i+j+n+1,\ 2j+1,\ \nu). \end{aligned}$$

La série hypergéométrique se terminera d'elle-même, parce que $i+j-n$ est un nombre entier négatif.

» On a ainsi la formule cherchée

$$(9)\quad P^{(n)}(z) = 4\Sigma k_{i,j}^{(n)} \mu^i \nu^j F(i+j-n, i+j+n+1, 2j+1, \nu)\cos ix \cos jy.$$

Il ne reste plus qu'à déterminer $k_{i,j}^{(n)}$.

» Pour y arriver, je remarque que le terme du degré le plus élevé en ν, dans $F(i+j-n,\ i+j+n+1,\ 2j+1,\ \nu)$, est

$$(-1)^{n-i-j}\frac{(i+j+n+1)(i+j+n+2)\ldots 2n}{(2j+1)(2j+2)\ldots(n-i+j)}\nu^{n-i-j},$$

où l'on a, du reste,

$$(-1)^{n-i-j} = +1;$$

le terme de degré le plus élevé dans $\mu^i\nu^j = \nu^j(1-\nu)^i$ est

$$(-1)^i \nu^{i+j};$$

on aura donc

$$(10)\quad \left\{ \begin{aligned} P^{(n)}(z) &= 4\nu^n \Sigma(-1)^i k_{i,j}^{(n)}\\ &\quad\times \frac{\Pi(2n)\Pi(2j)}{\Pi(n+i+j)\Pi(n-i+j)}\cos ix \cos jy + A_1\nu^{n-1} + A_2\nu^{n-2} + \ldots \end{aligned}\right.$$

On a, d'autre part,

$$P^{(n)}(z) = \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{1.2.3\ldots n}\left[z^n - \frac{n}{1}\frac{n(n-1)}{2n(2n-1)}z^{n-2} + \ldots\right],$$

et, en remplaçant z par

$$z = \mu\cos x + \nu\cos y = \cos x + \nu(\cos y - \cos x),$$

on trouvera

$$(11)\quad P^{(n)}(z) = \nu^n \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{1.2.3\ldots n}(\cos y - \cos x)^n + B_1\nu^{n-1} + B_2\nu^{n-2} + \ldots$$

En comparant (10) et (11), il vient

$$\frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{1.2.3\ldots n}(\cos y - \cos x)^n = 4\Sigma(-1)^i k_{i,j}^{(n)} \frac{\Pi(2n)\Pi(2j)}{\Pi(n+i+j)\Pi(n-i+j)} \cos ix \cos jy.$$

» Si donc on pose

$$(12)\qquad (\cos y - \cos x)^n = 4\Sigma h_{i,j}^{(n)} \cos ix \cos jy,$$

on trouvera

$$(13)\qquad k_{i,j}^{(n)} = (-1)^i \frac{\Pi(n+i+j)\Pi(n-i+j)}{2^n[\Pi(n)]^2\Pi(2j)} h_{i,j}^{(n)}.$$

Il ne reste donc plus qu'à trouver les coefficients $h_{i,j}^{(n)}$ définis par l'équation (12).

» Or, cette recherche ne présente aucune difficulté, et l'on arrive à la formule suivante :

$$h_{i,j}^{(n)} = \frac{(-1)^i}{2^n} \frac{[\Pi(n)]^2}{\Pi\left(\frac{n+i+j}{2}\right)\Pi\left(\frac{n-i-j}{2}\right)\Pi\left(\frac{n-i+j}{2}\right)\Pi\left(\frac{n+i-j}{2}\right)};$$

la formule (13) donnera ensuite

$$(14)\quad k_{i,j}^{(n)} = \frac{1}{2^{2n}\Pi(2j)} \frac{\Pi(n+i+j)\Pi(n-i+j)}{\Pi\left(\frac{n+i+j}{2}\right)\Pi\left(\frac{n-i-j}{2}\right)\Pi\left(\frac{n-i+j}{2}\right)\Pi\left(\frac{n+i-j}{2}\right)}.$$

Les formules (9) et (14) résolvent entièrement la question.

» On peut modifier les formules de manière à ordonner les polynômes hypergéométriques suivant les puissances de $\tang^2\frac{J}{2}$, au lieu de $\sin^2\frac{J}{2}$; il suffit, en effet, d'avoir recours à la formule connue :

$$F(\alpha,\beta,\gamma,x) = (1-x)^{-\beta}F\left(\gamma-\alpha,\beta,\gamma,\frac{x}{x-1}\right);$$

on trouve ainsi

$$(15)\quad \left\{ \begin{aligned} \mathrm{P}^{(n)}(z) = 4\Sigma k_{i,j}^{(n)} \cos^{2i}\frac{\mathrm{J}}{2}\sin^{2j}\frac{\mathrm{J}}{2} \\ \times \mathrm{F}\left(i+j-n, i+j+n+1, 2j+1, \sin^2\frac{\mathrm{J}}{2}\right)\cos ix \cos jy. \end{aligned} \right.$$

$$(16)\quad \left\{ \begin{aligned} \mathrm{P}^{(n)}(z) = 4\Sigma k_{i,j}^{(n)} \cos^{2n-2j}\frac{\mathrm{J}}{2}\sin^{2j}\frac{\mathrm{J}}{2} \\ \times \mathrm{F}\left(j-i-n, i+j-n, 2j+1, -\tang^2\frac{\mathrm{J}}{2}\right)\cos ix \cos jy. \end{aligned} \right.$$

» Les formules (14), (15) et (16) forment la conclusion de cette première partie de mon travail.

» Je tiens à dire que la méthode que j'y ai suivie est analogue à celle employée par M. Stieltjes dans la démonstration du théorème principal de mon Mémoire *Sur les perturbations dans le cas des grandes inclinaisons* (voir *Comptes rendus*, t. XCV, p. 901, Note de M. Stieltjes). »

PHYSIOLOGIE. — *De la mesure des forces dans les différents actes de la locomotion* [suite ([1])]; par M. **Marey.**

« L'expérience justifie complètement les propositions énoncées dans ma Communication du 8 octobre. Ainsi la courbe B est obtenue dans les conditions suivantes : 1 exprime le poids seul d'un homme monté sur le dynamomètre; en 2, les jambes sont fléchies et le centre de gravité s'abaisse : pendant ce temps la pression des pieds sur le sol est diminuée; en 3, le mouvement de flexion des jambes cesse, et la vitesse acquise du corps donne naissance à une variation positive.

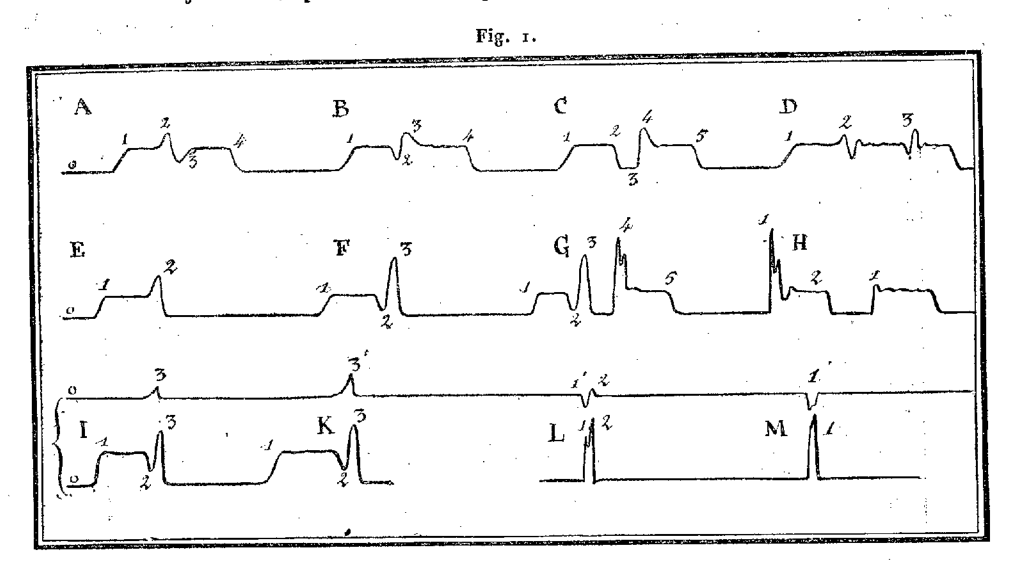
» Si la flexion des jambes est assez brusque, le manomètre indique une pression nulle, car le corps se détache du sol pendant un instant. En effet, l'abaissement de notre corps sous l'action de la pesanteur a une certaine vitesse déterminée : c'est le mouvement uniformément accéléré de tous les corps qui tombent. Or, si pendant un sixième de seconde par exemple, tandis que notre corps partant du repos ne tombe que de $0^{m},13$, nos jambes, en se fléchissant, se raccourcissent de $0^{m},30$; il existera à la fin de cet instant un intervalle de $0^{m},17$ entre les pieds et le sol, et le dynamomètre ne subira aucune pression. Ainsi, dans la courbe C, 1 exprime le poids du corps; 2 la diminution de pression produite par la flexion

([1]) Voir *Comptes rendus*, même Tome, p. 782.

brusque des jambes; 3 correspond au temps pendant lequel le dynamomètre est à zéro et le corps détaché du sol. Après cela, le corps continuant sa chute, les pieds rencontrent le dynamomètre qui, sous l'influence de la vitesse acquise, reçoit une pression positive 4, plus forte que celle qui tient à l'action de notre poids; 5 correspond au poids du corps.

» Pour cette flexion brusque des membres inférieurs, la contraction des muscles des jambes, prenant son point d'appui sur la masse du corps

Fig. 1.



suspendue et tombant, doit produire une réaction qui accélère un peu la chute en élevant le centre de gravité, mais pas assez toutefois pour empêcher qu'il y ait séparation complète des pieds d'avec le sol et cessation complète de l'action de notre poids sur le dynamomètre.

» La courbe D représente les deux sortes de réactions entièrement opposées que l'on observe suivant qu'on élève les bras ou qu'on les abaisse.

» Le n° 1 correspond au poids du corps; 2 aux effets d'une brusque élévation du bras. La première réaction est positive; une variation inverse due aux effets de la vitesse acquise vient ensuite et l'on voit souvent une série d'oscillations alternatives se produire avec des intensités décroissantes jusqu'à extinction du mouvement.

» Le n° 3 exprime le mouvement inverse : on a commencé par un abaissement du bras : aussi la première indication du dynamomètre est-elle négative; elle est suivie, comme ci-dessus, par une série d'oscillations alternatives de sens inverse.

» Ces déplacements partiels n'exercent pas sur la pression des pieds

contre le sol une influence aussi grande que les déplacements de totalité de la masse du corps. Toutefois, lorsqu'ils sont très brusques, les mouvements des bras ont des réactions assez fortes pour augmenter beaucoup ou atténuer notablement, suivant leur sens, les effets de la pesanteur. On trouve une application directe de ces notions quand on analyse le mécanisme du saut et de la course, dans lesquels les mouvements des bras concourent avec l'action des jambes pour en accroître l'effet.

» Les photographies instantanées nous montrent que, dans le saut (*fig.* 2), au moment où le pied quitte le sol, les bras ont fini leur mouvement d'élé-

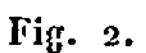
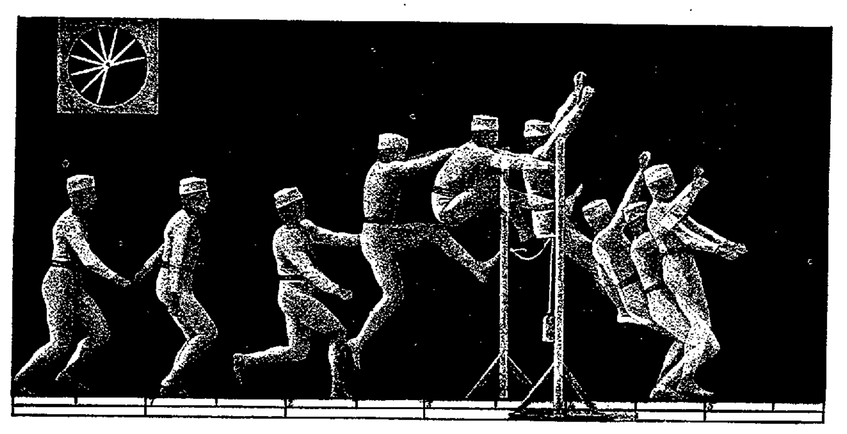


Fig. 2.



Sauteur franchissant un obstacle.

vation et s'arrêtent dans l'attitude horizontale (4e image). A ce moment, la vitesse acquise des bras agit contrairement à l'action de la pesanteur, et son effet s'ajoute à la vitesse imprimée par la jambe à la masse du corps.

» Le nombre des images est trop faible dans cette figure pour faire saisir toutes les phases du mouvement des bras et pour montrer les relations de ces mouvements avec ceux des jambes. D'autre part, le temps nous a manqué pour faire faire un cliché d'une série de photographies dans lesquelles les images du sauteur sont réduites à des lignes correspondant aux rayons osseux de ses membres. Sur ces figures, le nombre des images est tellement grand qu'il exprime pour ainsi dire toutes les phases successives du mouvement de chaque partie du corps [1]. Elles montrent

---

[1] Voir, pour l'explication de la méthode qui donne ces images, notre Note aux *Comptes rendus* (séance du 25 juin 1883). La figure que nous avons publiée dans cette Note ne

que, dans le saut, l'élévation des bras cesse au moment précis où les pieds se détachent du sol.

» En combinant les indications du dynamomètre avec celles que donne la photographie instantanée, on arrive à comparer sans cesse les forces qui agissent et les mouvements qui en résultent. Cette comparaison jette une vive lumière sur le mécanisme de la locomotion.

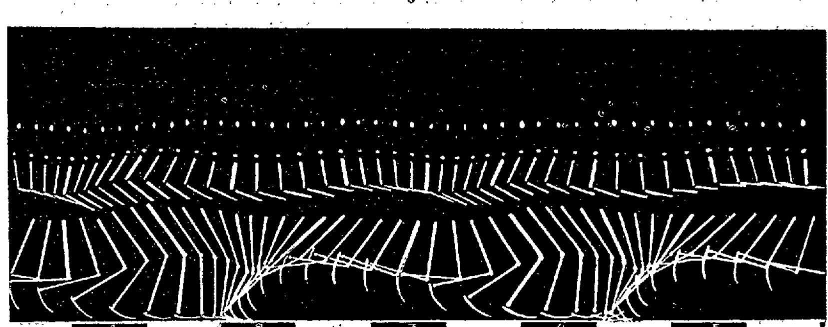
» On voit, par exemple, que l'action impulsive produite par la contraction volontaire des muscles de nos jambes est renforcée lorsque, par une flexion brusque préalable, nous avons mis ces muscles dans un état violent de tension. La réaction élastique de nos muscles semble alors s'ajouter aux effets de leur contraction volontaire.

» Ainsi, lorsque nous nous tenons accroupis sur le dynamomètre et que, partant de cette attitude, nous sautons à terre par la seule contraction de

---

représentait que les attitudes successives du membre inférieur droit. Pour donner au lecteur une idée de la multiplicité des documents que peut contenir une photographie de ce genre, nous reproduisons ici un exemple plus complet (*fig.* 3) : c'est la série des attitudes successives d'un homme qui court et dont chacune des images est réduite aux rayons osseux de ses

Fig. 3.



Attitudes successives d'un coureur dont les images sont réduites aux rayons osseux des membres.

membres supérieur et inférieur du côté droit. Un point correspond à la position de l'épaule, un autre point plus gros à la position de l'oreille. De cinq en cinq, les images sont formées par des traits plus larges et des points plus gros. Ces images, plus fortement marquées, servent de points de repère pour établir la coïncidence entre les attitudes du bras, de la tête et de la jambe qui correspondent à un même instant. On y lit aisément la trajectoire du pied, du genou, du coude, de l'épaule et de la tête avec les chemins parcourus par ces points à chaque 60e de seconde. On suit les phases de flexion et d'extension des membres supérieur et inférieur; on mesure enfin les accélérations et les ralentissements du mouvement de chacune des parties du corps à des instants successifs.

nos muscles extenseurs des jambes, nous ne pouvons sauter qu'à une faible distance. Le tracé dynamométrique 2 (*courbe* E) nous montre qu'après une réaction positive assez faible l'instrument retombe à zéro, quand notre corps quitte la tablette du dynamomètre.

» Si, au contraire, partant de l'attitude verticale, nous nous accroupissons brusquement pour nous élancer ensuite en étendant nos jambes, d'une part nous sautons beaucoup plus haut, comme le montrent les images photographiques, et d'autre part le dynamomètre accuse une réaction positive beaucoup plus forte et par conséquent une impulsion plus vigoureuse donnée à notre corps. La courbe F, obtenue dans ce second cas, montre d'abord 2, la réaction négative due à la flexion de nos jambes, mais la réaction positive 3 qui suit ce premier temps et qui coïncide avec la détente élastique de nos muscles extenseurs s'ajoute aux effets de la contraction volontaire qui existait seule dans la courbe E. En outre, la hauteur à laquelle s'élève la courbe dynamométrique est beaucoup plus haute que celle qui mesure l'effort de nos muscles quand ceux-ci n'ont pas été préalablement tendus par la flexion.

» On comprend ainsi pourquoi, lorsqu'on exécute deux sauts successifs sur place, le second saut est sensiblement plus haut que le premier. C'est qu'aux effets de la contraction de nos muscles, sensiblement égale dans les deux cas, s'ajoute, pour le second saut, l'effet de la tension élastique des muscles extenseurs sur lesquels nous rebondissons comme sur une sorte de tremplin. Une partie du travail dépensé dans le premier saut est emmagasiné, au moment de la chute, dans l'élasticité de nos muscles et restituée dans le second saut.

» Ces considérations s'appliquent également au mécanisme de la course et doivent faire supposer qu'à chaque pas de course, quand une des jambes légèrement fléchie retombe sur le sol et se fléchit davantage par la vitesse acquise dans la chute du corps, une partie du travail de chute sera restituée, lors de la prochaine extension de cette jambe, au commencement du pas suivant.

» L'espace nous manque pour analyser en détail les autres courbes de la *fig.* 1; il suffira d'indiquer les actes qui ont donné naissance à chacune d'elles. La courbe G est produite par un saut dans lequel on retombe sur les talons; la forte ascension 5 est produite au moment de la chute. H représente deux manières de tomber en sautant d'un lieu élevé sur le dynamomètre : la première courbe 1 est produite par une chute sur les talons; 2 exprime le poids du corps; la seconde courbe 1 est produite par une

chute sur la pointe des pieds avec flexion graduelle de la jambe sur la cuisse, destinée à amortir le choc.

» Enfin les lignes inférieures du tableau représentent, réunies par une accolade, la courbe des pressions qui s'exercent tangentiellement au plan du terrain et celle des pressions perpendiculaires à ce plan. En I, la courbe inférieure, pareille à celle de F, est la pression sur le sol dans un saut en longueur exécuté de pied ferme, c'est-à-dire sans élan préalable; la ligne supérieure montre la composante horizontale positive qui se produit dans ce saut, au moment du coup de jarrets. En K les mêmes actes se produisent, mais le saut a été plus long; aussi la composante horizontale est-elle plus grande : elle se traduit par une courbe plus élevée. L correspond à un saut en hauteur précédé d'une course, M à un saut en longueur également précédé d'une course.

» Nous bornons ici cette Note, qui n'avait pour objet que de montrer le parti que l'on peut tirer de l'emploi combiné de deux méthodes dont l'une donne les phases du mouvement et l'autre les phases de la force par laquelle ce mouvement est produit. Les applications de ces deux méthodes combinées trouveront leur place dans les expériences que nous nous proposons de faire sur les différents modes de la locomotion animale. »

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. Raoult, *intitulé : « Loi générale de congélation des dissolvants ».*

(Commissaires : MM. Cahours, Berthelot, Debray, rapporteur.)

« L'eau, tenant en dissolution une matière saline quelconque, se congèle à une température plus basse que l'eau pure. Le fait était connu des physiciens du siècle dernier et, en 1788, un savant anglais, Blagden, démontrait que l'abaissement du point de congélation, produit par cette cause, était, dans beaucoup de cas, proportionnel à la quantité de matière dissoute.

» Depuis cette époque, d'autres expérimentateurs : Despretz, MM. Léon Dufour, Rudorff et plus récemment M. de Coppet, dans leurs recherches sur le point de congélation des dissolutions salines saturées et la température de leur maximum de densité, ont vérifié incidemment la loi de Blagden; et M. Rudorff a même expliqué certaines anomalies de cette loi par cette circonstance que les substances salines dissoutes dans l'eau y sont,

les unes à l'état anhydre, les autres à l'état d'hydrates. En considérant l'eau d'hydratation de ces dernières comme faisant partie intégrante de la substance dissoute, l'abaissement de température qu'elles produisent devient, en effet, très sensiblement proportionnel au poids de la matière en dissolution.

» C'est aussi la conclusion de M. de Coppet; seulement, dans certains cas, il faut, d'après lui, admettre que le sel hydraté est partiellement décomposé dans la liqueur; en d'autres termes, qu'il se dissocie dans le liquide, de sorte que la dissolution peut contenir à la fois du sel anhydre et hydraté. C'est pour ces matières salines seulement que la loi de Blagden paraît en défaut; elle se vérifie très exactement pour les sels anhydres et les hydrates stables, et fournit par conséquent un moyen d'étudier la dissociation des hydrates décomposables. Nous n'avons pas à nous étendre sur cette partie du travail de M. de Coppet : nous nous bornons à constater la généralité de la loi de Blagden pour les matières indécomposables par l'eau.

» Si l'on se sert de cette loi pour calculer l'abaissement de la température de congélation d'une solution aqueuse contenant un poids d'une substance égal à son poids atomique, on trouve, comme M. de Coppet l'a fait remarquer, que cet abaissement est le même pour les substances salines de même composition chimique. Ainsi les chlorures de potassium et d'ammonium, bromures et iodures, dissous dans une même quantité d'eau, sous leurs poids atomiques respectifs, donnent des solutions qui se congèlent sensiblement à une même température, inférieure d'un même nombre de degrés à la température normale de congélation de l'eau. Les abaissements produits par les poids atomiques de ces chlorures, que M. de Coppet appelle *abaissements atomiques,* varient de $3^{\circ},36$ à $3^{\circ},52$; pour les azotates de potasse et de soude, les retards sont de $2^{\circ},46$ et $2^{\circ},70$; ils sont donc sensiblement les mêmes pour les substances d'un même groupe.

» On voit que le phénomène du retard à la congélation a déjà donné lieu à des recherches importantes, mais trop particulières cependant pour conduire à une loi générale. L'eau a été jusqu'ici le seul dissolvant étudié, et aucune expérience suivie n'a été tentée sur le groupe si considérable des matières organiques; les matières salines, seules, ont été examinées au point de vue qui nous occupe.

» Le savant professeur de Chimie de la Faculté de Grenoble, M. Raoult, a entrepris de combler, dans la mesure du possible, une lacune aussi con-

sidérable. Ses expériences portent sur un certain nombre de dissolvants de constitution et de propriétés bien différentes, dans lesquelles il a fait dissoudre des substances minérales ou organiques appartenant aux groupes les plus variés.

» Les liquides autres que l'eau, dont il s'est servi comme dissolvants, sont :

La benzine, qui se congèle à	4°,96
La nitrobenzine	5,28
Le bibromure d'éthylène	7,92
L'acide formique	8,52
L'acide acétique	16,75

» Sans entrer ici dans le détail des expériences, nous dirons seulement que M. Raoult opérait toujours sur des dissolutions suffisamment étendues pour que leur solidification, provoquée par une parcelle solide du dissolvant, donnât des cristaux, bien exempts de la matière dissoute. On évitait ainsi les erreurs que la sursaturation des liqueurs eût pu produire; on pouvait aussi déterminer la production d'une quantité notable de cristaux du dissolvant pour mettre en contact, durant un temps assez long, le thermomètre avec un liquide de température et de composition suffisamment constantes. L'abaissement à la congélation, observé avec un thermomètre plongé successivement à peu d'heures de distance dans le dissolvant pur et les dissolutions qu'il fournissait ne dépassait pas 2°; mais, comme la *différence de température* pouvait être mesurée à $\frac{1}{200}$ de degré près, il en résultait une approximation plus que suffisante pour ce genre de recherches. Peut-être cependant la limite des erreurs expérimentales est-elle un peu plus élevée que l'auteur ne l'a admise, circonstance dont il conviendrait d'examiner l'influence sur les évaluations des coefficients dont nous parlerons tout à l'heure.

» C'est aussi pour des dissolutions étendues que la loi de Blagden est applicable. On en fait nécessairement usage toutes les fois que l'on vient comparer les abaissements atomiques ou moléculaires par exemple, car on ne peut s'astreindre à opérer sur des liqueurs contenant exactement ces poids. Il est évidemment plus simple de pouvoir les déduire d'une simple proportion.

» Les principales conclusions du travail de M. Raoult sont les suivantes :

» *Tout corps solide, liquide ou gazeux, en se dissolvant dans un composé défini liquide, capable de se solidifier, en abaisse le point de congélation.*

» Ce fait, dont il serait intéressant de découvrir la cause, peut être considéré comme général ; les exceptions observées sont apparentes et faciles à expliquer. Telle est, par exemple, l'élévation du point de congélation éprouvé par l'acide acétique contenant un peu d'eau, dans lequel on ajoute un peu de bichlorure d'étain. Celui-ci s'empare de l'eau et forme un hydrate à deux molécules d'eau, capable de produire un abaissement de la température de congélation de l'acide acétique cristallisable, moindre que celui qu'avait produit la dissolution dans cet acide des deux molécules d'eau.

» On peut donc dire avec certitude aujourd'hui que, *de deux échantillons d'un corps* (¹), *le plus pur est celui qui se solidifie ou plutôt qui fond à la température la plus élevée.* C'est une règle que plus d'un chimiste a appliquée pour certains corps, mais dont il était nécessaire de démontrer la généralité par de nombreuses expériences, comme l'a fait M. Raoult.

» La seconde conséquence qui découle des faits observés par M. Raoult est encore plus importante.

» L'*abaissement atomique* (que M. Raoult appelle *abaissement moléculaire*) est sensiblement constant pour chaque dissolvant. Il varie entre 36 et 41 seulement pour la plupart des composés organiques solubles sans altération dans l'acide acétique, soit donc en moyenne égal à 39. Pour l'acide formique, l'abaissement moyen est 29 ; il est 50 pour la benzine, 73 pour la nitrobenzine et 119 pour le bibromure d'éthylène. Les écarts autour de chaque moyenne ne sont pas très considérables.

» Cependant il est des substances qui produisent un abaissement moléculaire beaucoup plus petit. D'après M. Raoult, cet abaissement serait toujours sensiblement la moitié du chiffre moyen, qu'il regarde comme la valeur normale.

» Les carbures et leurs dérivés, les aldéhydes, les acétones, les acides anhydres, les glucosides et les alcaloïdes dissous dans les liquides autres que l'eau donnent lieu à l'abaissement maximum. Les alcools, les phénols, les acides produiraient sous leur poids atomique, bien entendu, un abaissement deux fois moindre que les corps précédents. Enfin il existerait entre les acides forts et les acides faibles une différence analogue pour les abaissements des points de congélation de leurs dissolutions. Toutefois la

---

(¹) On les suppose pris sous un même état moléculaire et en dehors des conditions où une partie de la chaleur de fusion se trouve temporairement retenue, comme il arrive pour les corps gras, les résines, le soufre et l'hydrate de chloral récemment fondu.

place assignée par l'auteur à plusieurs de ces acides n'est pas celle qu'on déduit des notions chimiques et, d'une manière plus générale, il ne faut pas attacher à sa classification une importance trop grande, la multiplication des expériences devant y apporter sans doute plus d'un changement.

» On peut vraisemblablement supposer, au contraire, que les déterminations nouvelles ne changeront rien aux règles énoncées par M. Raoult. Ses expériences sont assez nombreuses; elles portent sur des corps de composition assez variée et dont les formules atomiques sont trop indiscutables pour ne pas rendre vraisemblable l'existence d'une loi générale, dont la cause reste d'ailleurs à trouver.

» Cette loi générale, d'après M. Raoult, serait la suivante :

» *Si l'on recherche l'abaissement atomique, produit non plus dans un même poids de dissolvant, mais dans des poids de chaque dissolvant proportionnels à son poids atomique, égaux, par exemple, à* 100 *fois le poids atomique des divers liquides, de telle sorte que le nombre de molécules du dissolvant soit* 100 *fois celui du corps dissous, on trouve que l'abaissement à la congélation est indépendant de la nature du corps dissous et du dissolvant.*

» En effet, l'abaissement à la congélation, dans cette hypothèse, peut être représenté par le quotient de l'abaissement moléculaire d'une substance par le poids atomique du dissolvant. Or, si nous nous bornons à considérer les abaissements maximum, nous trouvons :

Dissolvants.	Poids moléculaire du dissolvant P.	Abaissement moléculaire maximum rapporté à 100° du dissolvant A.	Valeur de $\frac{A}{P}$ (1).
Acide formique..........	46	29	0,63
Acide acétique...........	60	39	0,65
Benzine...................	78	50	0,64
Nitrobenzine..............	123	73	0,59
Bibromure d'éthylène.......	188	119	0,63

» Ces nombres ont une valeur sensiblement constante, qui justifie la loi énoncée par M. Raoult. Ce savant y voit d'ailleurs une conséquence naturelle de l'égalité des abaissements atomiques produits par des corps divers

(1) Les corps produisant l'abaissement minimum conduiraient naturellement à une valeur de $\frac{A}{P}$ moitié moindre.

dans un même liquide; « quelle que puisse être la nature de l'action accom-
» plie entre les molécules du dissolvant et celles du corps dissous, elle
» semble devoir être réciproque, et si l'effet produit est indépendant de la
» nature du corps dissous, elle doit vraisemblablement l'être aussi de la
» nature du dissolvant ».

» Nous pouvons accepter la conclusion de M. Raoult, en ce qui concerne les corps de nature organique et les dissolvants de même nature, substance dont la constitution physique et chimique présente des analogies générales et reconnues par tout le monde; mais ce qui enlève à sa loi le caractère de généralité qu'il lui attribue, ce sont les exceptions présentées par les matières salines dissoutes dans l'eau. Les matières organiques dissoutes dans l'eau y produisent un abaissement *minimum* sensiblement constant, voisin de 20, que M. Raoult considère comme la moitié de celui que produiraient la plupart des matières salines. Mais les nombres 20 et 40 ne nous semblent pas des moyennes suffisamment établies pour tous ces corps: les nombres observés présentent des écarts trop considérables pour qu'il soit fondé à les remplacer par une moyenne générale. En admettant même que cette moyenne fût acceptable, il faudrait encore admettre, pour faire rentrer l'eau dans la loi de M. Raoult, que son poids moléculaire est égal à 72, ce qui revient à dire que la molécule d'eau est composée de 4 molécules chimiques $[(H^2O)^4 = 4 \times 18]$.

» Il n'y a en soi rien d'inacceptable à considérer les corps solides et liquides comme des polymères condensés de la vapeur de ces corps, d'après laquelle on détermine le plus souvent leur poids atomique. La molécule *physique* peut être différente de la molécule *chimique*, mais alors il serait bien singulier que les phénomènes de dissolution n'eussent révélé cette différence que pour l'eau seulement.

» Malgré ces réserves, le travail de M. Raoult ne nous paraît pas moins tout à fait digne d'éloges. Il contient un grand nombre d'observations bien faites, qui conduisent dès à présent à des relations expérimentales dont l'application est immédiate. L'abaissement de congélation nous fournit un moyen rapide et susceptible de contrôle de détermination des poids atomiques de certains corps décomposables par la chaleur et dont les réactions sont trop complexes pour qu'on en puisse facilement déduire la formule exacte. Dans un autre Mémoire, également soumis à notre examen, l'auteur se sert également du point de congélation produit par les acides et les sels pour étudier la question importante du partage des bases en présence des acides, et il pense qu'une question qu'on n'avait pu aborder jus-

qu'ici que par les méthodes de la Thermochimie peut également se traiter, d'une manière suffisamment précise, par une méthode absolument différente.

» Les premiers essais de l'auteur soulèvent des questions nouvelles sur l'énergie comparative des acides; mais sa recherche est encore trop peu avancée pour qu'il convienne d'en discuter ici les résultats. En tout cas, c'est toujours un véritable progrès que de fournir à la Science des méthodes nouvelles, d'une réalisation facile, propres à contrôler les anciennes et à les suppléer dans certaines circonstances. Nous pensons aussi, avec l'auteur, que ses méthodes pourront fournir de nouveaux moyens de vérification de la pureté de matières importantes, etc. Pour tous ces motifs, en raison de la nouveauté des résultats observés par l'auteur et de l'intérêt des conséquences qu'on peut tirer de son travail, nous n'aurions pas hésité à proposer à l'Académie de le faire insérer dans le *Recueil des Savants étrangers*, si nous ne savions que M. Raoult le destine à un autre Recueil, qui contient le commencement de ses recherches et où les savants les trouveront dans leur ensemble. »

MÉMOIRES LUS.

AÉRONAUTIQUE. — *Expérience d'un aérostat électrique à hélice, par MM.* A. *et* G. Tissandier. Note de M. G. TISSANDIER.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

« La construction de l'aérostat électrique à hélice, que nous avons expérimenté, mon frère et moi, le 8 octobre 1883, a compris celle de trois appareil distincts : 1° l'aérostat proprement dit; 2° l'appareil à gaz qui sert à le gonfler; 3° le moteur électrique destiné à lui donner le mouvement en actionnant une hélice de propulsion.

» La description de notre moteur électrique et celle de notre batterie légère à grand débit, formée de 24 éléments de piles à bichromate de potasse, ont été précédemment communiquées à l'Académie : nous parlerons plus spécialement aujourd'hui de l'aérostat et de l'appareil à gaz.

» L'aérostat électrique, qui a été construit par mon frère Albert, a une forme semblable à celle des ballons de M. H. Giffard et de M. Dupuy de Lôme. Il a 28^m de longueur de pointe en pointe, et $9^m,20$ de diamètre au

milieu. Il est muni, à sa partie inférieure, d'un cône d'appendice terminé par une soupape automatique. Son volume est 1060^{mc}.

» Une housse de suspension remplace le filet ordinaire; elle est formée de rubans, cousus à des fuseaux longitudinaux et maintenus dans la position géométrique qu'ils doivent occuper par deux brancards latéraux flexibles qui empêchent toute déformation du système.

» La nacelle est une véritable cage parallélépipédique, construite à l'aide de bambous, consolidés par des cordes et des fils de cuivre recouverts de gutta-percha, qui passent dans la vannerie inférieure. Les cordes de suspension sont reliées entre elles par une couronne horizontale qui supporte d'un côté les engins d'arrêt, de l'autre le gouvernail, et répartit également les tractions à la descente.

Le gonflement de l'aérostat a été opéré le 8 octobre, en sept heures de temps, au moyen de notre grand appareil à production continue du gaz hydrogène pur. Cet appareil comprend quatre générateurs, formés de tuyaux en grès, de fabrication Doulton. La réaction s'opère par voie humide, en décomposant l'eau sous l'influence du fer et de l'acide sulfurique. Le liquide, tout préparé à l'avance dans de grands réservoirs, arrive à la partie inférieure des générateurs; après avoir traversé une grande masse de tournure de fer, sans cesse renouvelée au fur et à mesure de sa dissolution, il s'échappe au dehors, à l'état de sulfate de fer. L'épuration de l'hydrogène est faite au moyen d'un laveur et de deux récipients cylindriques, contenant de la soude caustique et du chlorure de calcium calciné. Nous produisons ainsi un gaz presque tout à fait pur, qui n'a pas moins de 1180^{gr} de force ascensionnelle par mètre cube, résultat qui n'avait jamais été obtenu jusqu'ici dans les préparations aérostatiques.

» L'aérostat électrique, avec son moteur pouvant fonctionner trois heures, et tous ses accessoires, pèse 704^{kg}. En montant dans la nacelle, mon frère et moi, nous avons emporté une quantité de lest considérable, du poids de 386^{kg}. Cet excès de force ascensionnelle, dû à la bonne préparation du gaz, nous aurait permis d'avoir un propulseur deux fois plus puissant que celui dont nous nous servions.

» Nous nous sommes élevés lentement de notre atelier d'Auteuil, à 3^{h}20^m du soir, par un faible vent est-sud-est. A terre, le vent était presque nul; mais, comme cela se présente souvent, il augmentait de vitesse avec l'altitude, et, à 500^m de hauteur, il atteignait une vitesse de 3^m à la seconde.

» Quelques minutes après le départ, nous avons fait fonctionner notre moteur électrique à l'aide de notre batterie divisée en quatre auges de 6 éléments; un commutateur à godets de mercure nous permet de faire fonctionner à volonté 6, 12, 18 ou 24 éléments montés en tension, et d'obtenir ainsi quatre vitesses différentes de l'hélice, variant de 60 à 180 tours à la minute. Cette dernière vitesse correspond à un travail de 100^{kgm}. Dès que nous avons fait fonctionner notre moteur à grande vitesse, la translation de l'aérostat, par rapport à l'air ambiant, est devenue subitement appréciable, et nous avons immédiatement ressenti l'action d'un vent frais produit par notre déplacement horizontal. Quand l'aérostat faisait face au vent, il tenait tête au courant aérien et restait immobile, ce que nous constations en prenant sur le sol des points de repère au-dessous de notre nacelle. Malheureusement l'aérostat ne gardait pas longtemps cette position favorable; il se trouvait tout à coup soumis à des mouvements gyratoires que le jeu du gouvernail était impuissant à maîtriser complètement. Malgré ces rotations, que nous trouverons le moyen d'éviter dans des expériences ultérieures, nous avons recommencé la même manœuvre pendant plus de vingt minutes, ce qui nous a permis de stationner au-dessus du bois de Boulogne.

» Après avoir procédé aux expériences que nous venons de décrire, nous avons arrêté le moteur, et l'aérostat a passé au-dessus du Mont-Valérien. Dès qu'il eut bien pris l'allure du vent, nous avons recommencé à faire tourner l'hélice; en descendant le courant aérien, la vitesse de l'aérostat s'est trouvée aussitôt accélérée; par le jeu du gouvernail, nous obtenions alors des déviations à droite et à gauche de la ligne du vent.

» A $4^h 35^m$ nous avons opéré notre descente dans le voisinage de Croissy-sur-Seine, et l'atterrissage a été exécuté dans les meilleures conditions. L'aérostat est resté gonflé toute la nuit sans perdre de gaz, et il a été dégonflé le lendemain.

» Nous ajouterons, en terminant, que notre ascension du 8 octobre doit être considérée seulement comme une expérience d'essai préliminaire; nous avons le projet de la renouveler avec les améliorations que comporte notre matériel. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Études faites au sommet du Pic du Midi, en vue de l'établissement d'une station astronomique permanente.* Note de MM. **Thollon** et **Trépied**.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

« Depuis la création d'un observatoire météorologique au Pic du Midi, création due, comme on le sait, à l'infatigable dévouement du général de Nansouty et de l'ingénieur Vaussenat, M. l'amiral Mouchez, après une visite faite au Pic avec le Directeur de l'enseignement supérieur, à l'occasion de la remise de l'observatoire à l'État, a pensé qu'il était possible de créer sur ce sommet, aujourd'hui parfaitement habitable, une station astronomique sans rivale. Au mois d'août dernier, il nous a fait l'honneur de nous charger d'étudier sur place les avantages et les inconvénients d'une installation faite dans des conditions si exceptionnelles. Le détail de nos observations fera l'objet d'un Mémoire spécial, beaucoup trop étendu pour trouver place dans les *Comptes rendus*; présentement nous devons nous borner à faire connaître à l'Académie les résultats les plus intéressants obtenus par nous du 17 août au 22 septembre.

» Lorsqu'on s'élève au sommet du Pic du Midi (2877^m) où le baromètre se tient à la hauteur moyenne de 538^{mm}, tout se passe comme si l'observateur réduisait d'un tiers environ l'épaisseur de l'écran, que l'atmosphère forme au-dessus de lui. La partie qu'il laisse en dessous étant incontestablement celle qui renferme le plus de brumes, de poussières et de vapeur d'eau, il est à prévoir qu'il aura à la fois plus de lumière et moins de diffusion. C'est ainsi que, dans les matinées du 19 et du 20 septembre, en masquant le Soleil avec un écran éloigné, et explorant les alentours à l'aide d'une petite lunette de spectroscope de $0^m,02$ d'ouverture, nous avons pu voir la planète Vénus à 2° du bord du Soleil. Nous avons même pu ensuite la distinguer à l'œil nu. Mais ce qui nous a le plus vivement surpris, c'est la netteté merveilleuse des images optiques qu'on peut obtenir dans cette station. Le disque du Soleil projeté sur la fente d'un spectroscope avait des bords découpés comme à l'emporte-pièce, et d'une fixité absolue. Nous déclarons n'avoir jamais rien vu de pareil nulle part, à Nice, en Italie, en Algérie, ni même dans la Haute-Égypte. Il faut ajouter que cette absence complète d'ondulations ne se produisait que le matin, mais quand les flancs de la montagne avaient, pendant plusieurs heures, subi

l'action du Soleil; les ondulations se produisaient comme partout ailleurs, et même devenaient excessives pendant le reste de la journée.

» Dans les nuits claires, observant avec une lunette de $0^m,16$ d'ouverture et un télescope de $0^m,20$ de MM. Henry, nous retrouvions dans les images de la Lune, des planètes et des étoiles, jusqu'à $20°$ et même parfois $15°$ de l'horizon, la parfaite tranquillité des images solaires obtenues le matin. Il est certain que, dans de pareilles conditions, on aurait pu effectuer des pointés d'une extrême précision.

» Pour les études de physique solaire, nous avions installé la lunette horizontale et le grand spectroscope dont nous nous servons habituellement. Quand, à l'heure favorable, nous observions le spectre solaire, il nous apparaissait rayé dans toute sa longueur d'un nombre considérable de fines stries, les unes brillantes, les autres obscures, distantes en moyenne de $3''$ d'arc. Elles appartenaient bien à l'image solaire, puisqu'elles en suivaient tous les déplacements, et elles ne pouvaient provenir que des granulations de la photosphère. Dans les mêmes conditions, c'est-à-dire quand les images étaient parfaitement tranquilles, les raies de l'hydrogène C et F n'avaient plus aucune espèce de continuité; elles se montraient formées de fragments distincts, brillants ou obscurs, du même ordre de grandeur que les intervalles des stries. Ce phénomène ne s'observait pas seulement par instants et par places, mais d'une manière constante et sur toute la surface du disque. Il est certain, pour nous, que la chromosphère offre un système de granulations analogue à celui de la photosphère. Les deux systèmes ainsi superposés se séparent dans le spectroscope, donnant, l'un un spectre continu, l'autre un spectre de lignes, et se confondent dans une lunette comme sur une épreuve photographique. Une protubérance venait-elle à passer à travers cette chromosphère ainsi rendue visible en plein disque, la raie C s'illuminait plus fortement et sur une plus grande longueur, et, en donnant à la fente une largeur suffisante, on pouvait voir la protubérance elle-même comme sur le bord, avec moins d'éclat naturellement, et en raccourci. Ce n'est pas le premier exemple de protubérances ainsi observées en plein disque. On connaît, à ce sujet, les belles observations de Young et de Tacchini; mais, au lieu d'être accidentellement visibles, au lieu de ne se produire que dans des circonstances particulières, comme au voisinage d'une tache ou sur le pont d'une tache en voie de segmentation, ces phénomènes étaient pour nous constants, avec des degrés divers d'intensité, et sous la seule condition d'avoir des images bien nettes et tout à fait exemptes d'ondulations.

» Les études faites sur le bord du disque solaire ne sont pas moins si-

gnificatives. On sait que, dans le spectre à lignes brillantes de la chromosphère, il existe huit raies que l'on voit toujours dans les conditions ordinaires. Au pic du Midi, pendant les cinq journées où nous avons pu faire nos déterminations à l'heure favorable, nous avons vu le nombre des raies brillantes toujours visibles s'accroître de plus de trente dans la seule partie du spectre comprise entre D et F. Nous donnons ici le Tableau des longueurs d'onde de ces raies :

5533,6	5273,2	5204,8	5122,6
5525,8	5258,9	5199,5	5114,4
5469,9	5254,3	5196,9	5112,1
5361,5	5252,2	5183,0	5087,0
5324,3	5248,8	5172,0	5029,8
5318,7	5233,9	5168,3	5017,9
5292,4	5225,6	5166,7	4983,6
5283,1	5207,4	5147,0	4923,0
5275,0	5206,8	5130,2	4882,9
			4854,2

» On voit que, à la hauteur où nous observions, on se rapproche beaucoup des conditions où l'on se trouve pendant une éclipse totale.

» En résumé, les études que nous avons pu faire au Pic du Midi pendant les cinq semaines que nous avons passées à son sommet nous permettent de conclure qu'il y a un intérêt scientifique considérable à terminer la station astronomique commencée par MM. les Directeurs des Observatoires de Paris et du Pic. On aurait là une installation permanente, toujours ouverte aux savants qui voudraient y entreprendre des recherches spéciales. Pour ne parler que des points sur lesquels ont principalement porté nos études, nous pensons qu'on aurait des chances sérieuses d'y voir avancer la solution de bien des problèmes de la physique solaire et de l'analyse spectrale des étoiles.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une transformation des équations aux dérivées partielles du second ordre, à deux variables indépendantes, et sur quelques intégrations qui s'en déduisent.* Mémoire de M. **R. Liouville**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Jordan, Bonnet, Bouquet.)

« Lorsqu'une équation aux dérivées partielles du second ordre ne contient pas la fonction inconnue, s'il y manque en outre l'une des variables

indépendantes ou l'une des dérivées du premier ordre, cette équation se prête aux transformations dont nous nous sommes occupé, et l'on a toujours les éléments nécessaires pour les exécuter.

» L'opération dont il s'agit consiste à réduire d'abord l'équation proposée à la formule suivante :

$$F(x, y, p, r, s, t) = 0$$

ou

$$F(x, y, q, r, s, t) = 0,$$

ce qui peut être obtenu à l'aide des transformations déjà connues, celle de Legendre ou d'autres analogues; puis, il faut substituer r et s, ou bien s et t, à la place des variables indépendantes, et $p - (rx + sy)$, ou bien $p - (sx + ty)$, à celle de la fonction inconnue, ce que permet de faire sans aucune difficulté la méthode que nous indiquons; il reste enfin à appliquer la transformation de Legendre à l'équation obtenue. Toutes ces substitutions, comme on le conçoit aisément, se peuvent composer en une seule.

» La transformation dont nous faisons connaître le principe présente un double avantage :

» 1° L'équation définitive, à laquelle on parvient, est toujours linéaire relativement aux dérivées du second ordre; le célèbre Mémoire d'Ampère sur les équations de cette espèce donne une certaine importance à ce résultat, qui peut s'énoncer ainsi :

» *Toute équation aux dérivées partielles du second ordre, où manquent la fonction inconnue et l'une de ses dérivées du premier ordre ou bien l'une des variables indépendantes, peut être réduite à la forme linéaire relativement aux dérivées du second ordre, par une transformation dont on connaît toujours les éléments, sans aucune intégration, et la résolution de l'équation transformée entraîne celle de la proposée.*

» 2° Le second avantage de la substitution indiquée, c'est que l'équation transformée peut admettre des intégrales intermédiaires, alors même que la proposée n'en admet aucune. C'est ce qu'il est facile de concevoir, si l'on réfléchit que nous substituons, à la place des variables indépendantes, deux dérivées du second ordre de la fonction cherchée.

» Nous avons appliqué tout d'abord la méthode qui vient d'être exposée aux équations de la forme suivante :

$$F(r, s, t) = 0,$$

et nous en concluons notamment l'intégration générale, en termes finis, de toutes celles de ces équations qu'on peut représenter ainsi

$$t + r = f(r_1 + s)$$

ou bien

$$t + r = f(t + s).$$

» Généralisant ce résultat, nous parvenons à définir entièrement la classe des équations de la forme

$$F(r, s, t) = 0,$$

dont les transformées par notre méthode admettent des intégrales intermédiaires.

» Nous intégrons ensuite ces équations d'une manière complète. »

OPTIQUE. — *Sur un moyen d'isoler les radiations calorifiques des radiations lumineuses et chimiques.* Note de M. F. VAN ASSCHE.

(Commissaires : MM. Fizeau, Desains, Cornu.)

« Je demande à l'Académie la permission de lui communiquer un nouveau moyen pratique d'intercepter complètement la propagation des rayons lumineux et chimiques sans arrêter les rayons calorifiques.

» Sur une plaque de verre, dite *porte-objet,* on dépose une goutte de sélénium distillé et fondu, que l'on recouvre immédiatement d'une lamelle de verre mince, dite *couvre-objet.* Alors, à l'aide d'une aiguille montée et d'un mouvement circulaire, on comprime la gouttelette de sélénium, maintenue sur une plaque métallique à — 250°, de manière à l'étendre uniformément en une couche très mince, homogène. Enfin on laisse refroidir très lentement l'appareil placé sous pression; il faut éviter de faire bouillir le sélénium sur la plaque, car, dans ce cas, il se produirait des vapeurs qui, en se condensant, forment des cellules contenant des gouttelettes ou des cristaux isolés de sélénium, entre lesquels la lumière naturelle passe sans décomposition. Dans le cas contraire, les rayons chimiques sont réfléchis, les vibrations lumineuses sont converties en énergies électriques; les ondes calorifiques seules traversent la plaque après avoir subi une certaine réfraction, toujours également orientée par rapport aux points cardinaux de la plaque; réfraction *rotative,* si la plaque tourne suivant son propre plan; réfraction *fixe,* si l'appareil est immobilisé. On observe même un phénomène de *double réfraction* avec le rayon rouge or-

dinaire et le rayon rouge extraordinaire (j'ai observé ce dernier cas en regardant le Soleil réfléchi dans une glace étamée). Si l'appareil, au contraire, est bien construit, exempt de bulles et de stries, la lumière transmise est *monochromatique, d'un rouge rubis-vermeil;* cette modification lumineuse, analysée au spectroscope, n'offre plus qu'une bande lumineuse un peu obscurcie, très étroite par rapport à l'étendue du spectre normal, limitée entre la raie 70 de l'extrême rouge et la raie 65 environ; cette surface lumineuse est comprise entre la raie A et la raie C du Soleil. On observe très bien la double raie B et les nombreuses raies a; mais je n'ai jamais observé les raies D. En effet, si l'on regarde la lumière du sodium transmise à travers une plaque de sélénium, il y a annihilation lumineuse; au spectroscope, on n'observe qu'une bande A — C, et toute l'étendue comprise entre 65 et 40 est complètement obscurcie, ténébreuse même; nous avons là une immense bande d'absorption complète. Nous dirons désormais que le sélénium intercepte complètement la raie D du sodium; que les vibrations calorifiques, lumineuses et chimiques, comprises entre les températures de 720° et de plus de 2000°, sont, non pas anéanties, mais interceptées, transformées ou converties en *énergies électriques,* par exemple; que les températures relativement basses, comprises entre 525° et 720° sont seules perceptibles à travers le sélénium. Nous dirons aussi que les grandes réfrangibilités sont interceptées, transformées, converties; que les petites réfrangibilités seules ne subissent pas de changement, de modification dans le mouvement et la vibration.

» Le spectre solaire, observé à travers le sélénium, n'offre que la bande lumineuse ci-dessus décrite, sans les raies D.

» Je crois avoir observé qu'une plaque mince de sélénium, chauffée à + 250°, convertit toutes les radiations en radiations obscures. Dans cette condition, il n'y a plus de lumière monochromatique transmise, ni par conséquent de bande A — C. Une autre observation importante, c'est que la lumière rouge se réfracte vers la gauche lorsque le sélénium précède le verre; elle se réfracte vers la droite quand il le suit. Il n'est pas indifférent, on le voit, de regarder dans un sens ou dans un autre.

» On pourrait donc utiliser cette propriété spécifique du sélénium dans l'analyse des rayons calorifiques : exemple, les expériences de Nobili, de Melloni; dans la chambre photographique, comme verre isolateur, obturateur, éteignant toutes radiations lumineuses et chimiques; dans l'*oculistique* (ophtalmoiatrie), pour occlusionner les rayons de

moyenne et de grande réfrangibilité; enfin, dans l'analyse des radiations solaires et lunaires.

» 1° Pour le sélénium, le coefficient de transmission des rayons simples *est positif* pour la chaleur, *nul* pour la *lumière*, *négatif* pour les radiations chimiques.

» 2° Le sélénium éteint la lumière ordinaire d'autant plus qu'elle est intense; son épaisseur augmentant, il finit par ne plus transmettre aucune radiation lumineuse perceptible à la rétine.

» 3° La raie C est plus accentuée et prépondérante sur la raie A, les raies *a* et la raie B, au lever et au coucher du Soleil. Cela se conçoit, vu l'absorption des radiations calorifiques, plus grande que celle des radiations lumineuses; vu aussi que la chaleur radiante du Soleil croît sur la surface de la Terre avec la verticalité de l'astre;

» 4° Si l'on regarde, à travers une plaque de sélénium, le spectre solaire ayant traversé lui-même une solution d'alun, on n'observe plus alors la bande A — C; et *vice versa*, le spectroscope ne donnera plus la bande lumineuse A — C, si le rayon solaire traverse d'abord une solution d'alun, puis une plaque de sélénium.

» Par l'intermédiaire d'une plaque de sélénium, nous pourrons de même distinguer les uns des autres les mondes solaires et les mondes atomiques. Pour le Soleil, par exemple, nous isolerons, des spectres du sodium, du calcium, du fer et du magnésium, les raies α et γ du potassium, et la raie α de l'hydrogène, ces spectres étant complètement absorbés.

» Nous distinguerons également les raies 692, 681 et 678 du fluor et la raie 658,3 du carbone, des raies spectrales du chlore, du brome et de l'iode, d'une part; du soufre et du sélénium, d'autre part; du silicium, etc., ces dernières raies étant aussi complètement invisibles.

» On pourrait encore isoler la raie 670,6 du lithium, les raies δ et γ du rubidium et la raie τ du strontium, des spectres du cuivre, du calcium, du baryum, du thallium, du cadmium, du zinc, du mercure, de l'argent, de l'or et du platine, etc. De plus, dans l'analyse du *spectre atmosphérique*, suivant qu'il est illuminé par le Soleil ou par l'électricité, nous distinguerons nettement les raies 678,6, 670,1, 662,2 de l'azote et la raie 656,2 de l'hydrogène, du spectre de l'oxygène.

» Enfin, dans les spectres stellaires d'Aldébaran et de τ de la Couronne, on reconnaîtra la raie α de l'hydrogène ou C de Fraunhofer. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la forme et les caractères de la contraction musculaire réflexe.* Note de M. **H. Beaunis.**

(Renvoi à l'examen de M. Marey.)

« La forme de la contraction musculaire, telle qu'on l'obtient par l'excitation directe du muscle, du nerf moteur ou de la racine motrice, a été étudiée dans tous ses détails; les types de la secousse et du tétanos directs sont aujourd'hui classiques. Il n'en est pas de même de la contraction musculaire réflexe.

» Cette contraction réflexe, obtenue par l'excitation de la périphérie sensitive, du nerf sensitif ou de la racine sensitive, doit être étudiée sous ses deux formes, celle de secousse et celle de tétanos.

» La secousse musculaire réflexe, consécutive à une excitation unique, mécanique ou électrique, se distingue de la secousse directe par son amplitude moindre, sa durée plus longue, l'augmentation de la période d'excitation latente, et par la présence plus fréquente d'un certain degré de contracture consécutive. Ces caractères ont déjà été indiqués en partie par quelques physiologistes et, en particulier, par Wundt.

» Le tétanos réflexe, ou, pour parler plus exactement, la contraction réflexe qui succède à des excitations tétanisantes, mécaniques ou électriques, possède des caractères qui le différencient complètement du tétanos direct, caractères sur lesquels ne s'est pas portée jusqu'ici l'attention des physiologistes.

» Ce qui distingue surtout la contraction réflexe qui succède aux excitations tétanisantes, c'est la variabilité de sa forme, qui contraste avec la régularité du tétanos direct. Cette contraction réflexe peut en effet se présenter, tantôt sous la forme de secousse simple, quelquefois allongée comme celle des muscles lisses, tantôt sous celle de secousses irrégulières plus ou moins fusionnées, tantôt sous celle de tétanos incomplet, plus rarement enfin sous la forme de véritable tétanos, mais qui, même dans ce cas, ne possède jamais la régularité typique du tétanos direct.

» Le tétanos réflexe apparaît plus tard que le tétanos direct, et très souvent il ne se montre qu'après la cessation de l'excitation tétanisante, à moins que cette excitation ne soit prolongée très longtemps.

» La durée du tétanos réflexe est indépendante, dans certaines limites, de la durée de l'excitation tétanisante. Du reste, d'une façon générale, il

n'y a pas, entre l'excitation et le tétanos réflexe, l'étroite relation qui existe entre l'excitation et le tétanos direct.

» La strychnine modifie la forme du tétanos réflexe et lui imprime les caractères du tétanos direct. C'est précisément parce que la plupart des expérimentateurs ont employé cette substance pour étudier les phénomènes réflexes que les formes *normales* du tétanos réflexe ont été méconnues.

» La forme de la contraction réflexe paraît tenir à des phénomènes d'arrêt qui se passent dans les centres nerveux : à ce point de vue, on pourrait dire que le tétanos réflexe n'est autre chose qu'un tétanos direct, modifié par des actions d'arrêt.

» Les expériences qui m'ont permis d'arriver à ces conclusions générales ont été faites exclusivement sur la grenouille. Je joins à cette Note quelques tracés représentant les types principaux du tétanos réflexe. »

M. F. **Laur** adresse une nouvelle Note sur la relation qu'il a signalée entre les régimes de hautes pressions barométriques et les tremblements de terre.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Delauney** adresse une nouvelle Note relative à la loi de périodicité des tremblements de terre, qu'il a formulée.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Pilleux** adresse une nouvelle Note relative à la loi de Gay-Lussac et aux mouvements moléculaires auxquels on attribue les phénomènes calorifiques.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. J. **Boussinesq** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. *Bresse*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

MÉCANIQUE. — *Résistance d'un anneau à la flexion, quand sa surface extérieure supporte une pression normale, constante par unité de longueur de sa fibre moyenne.* Note de M. J. Boussinesq, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans un article récent, lu le 24 septembre (*Comptes rendus*, p. 68), M. Maurice Lévy s'est posé une intéressante question, dont la solution pratique peut être obtenue bien simplement : Étant donné un manchon cylindrique, ou plutôt un anneau mince de rayon moyen R, à section rectangulaire, soumis extérieurement à une pression normale et constante p par unité de longueur, on demande de désigner les valeurs de la pression p qui seront capables de le faire fléchir ou, autrement dit, de lui faire perdre la forme circulaire.

» Observons, pour y arriver, que, si p croît graduellement, les premières flexions produites seront très faibles, de sorte que, à ces moments, l'équation de la fibre de l'anneau passant par les centres de ses sections rectangles sera, en coordonnées polaires θ et r, comptées en prenant un pôle voisin du centre, de la forme $r = \mathrm{R}(1 + \varepsilon)$, ε étant une petite fonction de θ. Par suite, l'expression classique de sa courbure au point (θ, r), $\frac{1}{\rho} = \frac{r^2 + 2r'^2 - rr''}{(r^2 + r'^2)^{\frac{3}{2}}}$, se réduira à $\frac{1 - (\varepsilon + \varepsilon'')}{\mathrm{R}}$, sauf erreur négligeable de l'ordre des produits ou des carrés de ε, ε', ε''; et le couple de flexion au même point, $\frac{\mathrm{EI}}{\rho} - \mathrm{const}$, deviendra $-\frac{\mathrm{EI}}{\mathrm{R}}(\varepsilon + \varepsilon'')$ + une autre constante. Or, si l'on considère la partie de l'anneau comprise depuis un de ses points A, quelconque, mais toujours le même, jusqu'au point variable (θ, r), et si l'on exprime son équilibre de rotation autour de ce dernier point, les moments des pressions p qu'elle supporte s'évalueront de suite, en la découpant par des circonférences décrites autour du point (θ, r), et observant que la pression exercée sur un élément ds compris entre deux circonférences consécutives de rayons u et $u + du$ aura pour moment, en grandeur et en signe, $(p\,du)u$; ce qui donne, en intégrant depuis $u = 0$, le produit de $\frac{1}{2}p$ par le carré de la distance du point (θ, r) au point A. Si l'on ajoute à ce moment total ceux de la force et du couple appliqués en A, il viendra aisément, comme l'a trouvé M. M. Lévy, pour la valeur du couple de flexion en (θ, r), la somme d'un terme constant et du produit de $\frac{1}{2}p$ par le carré de la distance du point (θ, r) à un certain point fixe. Or ce point fixe, dans la question posée où le rayon

de courbure ρ et le couple de flexion sont peu variables, doit être voisin du centre, sans quoi il ne serait pas, comme il le faut, presque équidistant de tous les points $(\theta,\ r)$ de l'axe de l'anneau. Nous pouvons donc admettre qu'on l'ait choisi comme pôle et que, par conséquent, la valeur du moment de flexion en (θ, r), soit $\frac{1}{2}p\mathrm{R}^2(1+\varepsilon)^2+$ const. ou bien, en développant et négligeant ε^2, $p\mathrm{R}^2\varepsilon +$ une autre constante. Et l'égalité de cette valeur à

$$-\frac{\mathrm{EI}}{\mathrm{R}}(\varepsilon+\varepsilon'')+\text{const.}$$

donne enfin l'équation différentielle de la fibre moyenne de l'anneau fléchi

$$-\frac{\mathrm{EI}}{\mathrm{R}}(\varepsilon+\varepsilon'')=p\mathrm{R}^2\varepsilon+\text{const.}\quad \text{ou}\quad \frac{d^2\varepsilon}{d\theta^2}+\left(1+\frac{p\mathrm{R}^3}{\mathrm{EI}}\right)(\varepsilon-\alpha)=0,$$

α désignant une nouvelle constante. En intégrant, il vient l'équation finie de l'axe

$$(1)\qquad \varepsilon=\alpha+\mathrm{C}\cos\left(\mathrm{C}'+\theta\sqrt{1+\frac{p\mathrm{R}^3}{\mathrm{EI}}}\right),$$

où C, C′ sont les constantes introduites par l'intégration. La condition pour que la courbe soit fermée, ou pour que les valeurs de ε se reproduisent quand θ croît de 2π, sera, en appelant i un des nombres entiers 1, 2, 3, 4, ...,

$$(2)\qquad \sqrt{1+\frac{p\mathrm{R}^3}{\mathrm{EI}}}=i\quad \text{ou}\quad \frac{p\mathrm{R}^3}{\mathrm{EI}}=i^2-1.$$

On ne peut pas faire $i=1$, car alors $\varepsilon''+\varepsilon=$ const. et $\rho=$ const.; ce qui exprime qu'il n'y a pas de flexion. La plus petite valeur que puisse recevoir le rapport $\frac{p\mathrm{R}^3}{\mathrm{EI}}$ correspond donc à $i=2$, ou à une forme légèrement elliptique prise par l'anneau, et elle égale 3. Ainsi, *la véritable condition pratique à s'imposer, pour qu'aucune flexion ne puisse être prise, est*

$$(3)\qquad \frac{p\mathrm{R}^3}{\mathrm{EI}}<3.$$

» Le rapport $\frac{\mathrm{EI}}{p\mathrm{R}^3}$ peut descendre un peu au-dessous de la limite inférieure, $\frac{4}{9}$, que lui assignait l'article cité, savoir, jusqu'à $\frac{3}{9}$ ou $\frac{1}{3}$, sans qu'aucune flexion risque de se produire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formes quadratiques ternaires indéfinies à indéterminées conjuguées et sur les groupes discontinus correspondants.* Note de M. **E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« Considérons la forme quadratique ternaire aux indéterminées conjuguées x et x_0, y et y_0, z et z_0,

$$F = axx_0 + a'yy_0 + a''zz_0 + byz_0 + b_0y_0z + b'zx_0 + b'_0z_0x + b''xy_0 + b''_0x_0y,$$

où a, a', a'' sont des entiers réels, et les autres coefficients sont des entiers complexes deux à deux conjugués.

» Nous supposerons la forme F indéfinie et réductible au type

$$uu_0 + vv_0 - ww_0,$$

où u, v, w sont des expressions linéaires en x, y, z ; soit

$$u = \alpha x + \beta y + \gamma z, \quad v = \alpha' x + \beta' y + \gamma' z, \quad w = \alpha'' x + \beta'' y + \gamma'' z.$$

» J'associe à la forme indéfinie F la forme définie suivante :

$$\Phi = (1 - \xi\xi_0 - \eta\eta_0)F + 2\,\text{norme}(u\xi + v\eta + w);$$

cette forme est définie, si les deux paramètres complexes arbitraires ξ et η qui y figurent satisfont à l'inégalité

$$(1) \qquad \xi\xi_0 + \eta\eta_0 < 1.$$

» Désignons, pour simplifier, par point (ξ, η) un système de valeurs des paramètres ξ et η. L'ensemble des points (ξ, η) satisfaisant à une ou plusieurs conditions d'inégalité formera ce que nous appellerons un *domaine* de points. Ainsi, par exemple, l'ensemble des points satisfaisant à l'inégalité (1) formera un domaine que nous désignerons par S, et les points pour lesquels

$$(2) \qquad \xi\xi_0 + \eta\eta_0 = 1$$

formeront la limite ou surface de ce domaine.

» Une forme indéfinie F sera dite réduite, si l'on peut trouver dans le domaine S des points (ξ, η) pour lesquels la forme définie Φ soit elle-même réduite. J'emploie pour une forme quadratique définie à indéterminées conjuguées et à coefficients d'ailleurs quelconques les conditions de réduction indiquées par MM. Korkine et Zolotareff (*Math. Annalen*, t. VI) :

une forme ternaire définie et positive est réduite si on peut l'écrire

$$\mu_1 \operatorname{norme}(x + \varepsilon y + \varepsilon' z) + \mu_2 \operatorname{norme}(y + \varepsilon'' z) + \mu_3 z z_0,$$

où μ_1, μ_2, μ_3 sont évidemment positifs, avec les conditions

$$\mu_2 \geq \tfrac{1}{2}\mu_1, \quad \mu_3 \geq \tfrac{1}{2}\mu_2;$$

de plus, dans chacune des quantités complexes ε, la partie réelle et le coefficient de $\sqrt{-1}$ ne surpassent pas $\frac{1}{2}$ en valeur absolue ([1]).

» Le premier point fondamental à établir est que le nombre des formes indéfinies réduites, à coefficients entiers, ayant un déterminant donné Δ, est *limité*.

» Ceci admis, soit une réduite indéfinie F; la forme définie correspondante Φ sera réduite pour certains points (ξ, η) situés dans S, et formant un domaine D. Il est fort important de savoir si ce domaine a des points communs avec la limite de S; j'établis d'abord que, pour qu'il en soit ainsi, a doit nécessairement être nul; ensuite, si (ξ, η) désigne un point commun à D et à la limite de S, on aura

$$\alpha\xi + \alpha'\eta + \alpha'' = 0, \quad \beta\xi + \beta'\eta + \beta'' = 0,$$

ce qui montre que D ne peut avoir plus d'un point commun avec cette limite.

» En écrivant que le point (ξ, η) déterminé par les équations précédentes satisfait à l'égalité (2), on trouve $b'' b''_0 - aa' = 0$. Par suite, les réduites pour lesquelles $a = 0$ et $b'' = 0$ sont les seules pour lesquelles le domaine correspondant D peut avoir un point commun avec la surface de S. On démontre de plus que cette condition *nécessaire* est en même temps *suffisante*.

» Nous sommes conduit maintenant à rechercher s'il existe toujours, quelle que soit une forme indéfinie donnée, des réduites qui lui soient arithmétiquement équivalentes, et dans lesquelles a et b'' sont nuls. *Il en est effectivement ainsi*, et c'est là un point qui distingue la théorie des formes ternaires à indéterminées conjuguées de celle des formes ternaires réelles. Nous commençons par montrer que *zéro* peut être représenté par toute forme ternaire indéfinie à indéterminées conjuguées; on sait qu'il n'en est

---

([1]) On trouvera développée cette théorie de la réduction des formes définies à indéterminées conjuguées dans le beau Mémoire de M. Camille Jordan sur l'équivalence des formes algébriques (*Journal de l'École Polytechnique*, t. XXIX).

pas ainsi pour les formes ternaires réelles (GAUSS, *Recherches arithmétiques*, n° 294).

» Revenons à la réduite indéfinie F et au domaine correspondant D.

» Lorsque le point (ξ, η) sort du domaine D, il faut, suivant les circonstances de la variation de ce point, employer certaines substitutions pour réduire la forme de nouveau; on obtient ainsi, en employant la totalité des substitutions propres à réduire Φ de nouveau, des domaines D', D'', ... On continue de cette manière à effectuer la réduction continuelle de la forme Φ, jusqu'à ce qu'on ne trouve plus de nouvelles réduites, ce qui arrivera nécessairement, puisque le nombre des réduites est limité. Désignons par δ le domaine total formé par les domaines D, D', ... Lorsque le point (ξ, η) sort du domaine δ, on retombe sur une réduite déjà obtenue, à laquelle se trouve ainsi correspondre un nouveau domaine D_1. Supposons, par exemple, que nous retombions sur la réduite F. En faisant passer (ξ, η) du domaine D dans le domaine D_1, on est alors conduit à une substitution à coefficients entiers Σ transformant F en elle-même; à une telle substitution correspond manifestement une substitution linéaire (qui n'est plus alors nécessairement à coefficients entiers) faite sur u, v, w, soit

$$(u, v, w, Au + Bv + Cw, A'u + B'v + C'w, A''u + B''v + C''w).$$

» Quand on effectue sur x, y, z la substitution Σ, la forme Φ devient

$$(1 - \xi\xi_0 - \eta\eta_0)F + 2\,\text{norme}[(Au + Bv + Cw)\xi + (A'u + B'v + C'w)\eta + A''u + B''v + C''w]$$

ou, en divisant par une expression positive et posant

$$(\sigma) \qquad \xi' = \frac{A\xi + A'\eta + A''}{C\xi + C'\eta + C''}, \quad \eta' = \frac{B\xi + B'\eta + B''}{C\xi + C'\eta + C''},$$

cette forme peut s'écrire

$$(1 - \xi'\xi'_0 - \eta'\eta'_0)F + 2\,\text{norme}(u\xi' + v\eta' + w).$$

» On en conclut que l'on passe du domaine D au domaine D_1 en effectuant sur (ξ, η) la substitution (σ). En continuant d'effectuer la réduction continuelle de la forme Φ, on obtiendra un *groupe* d'une infinité de substitutions telles que (σ), et ce groupe sera *discontinu*. Le domaine δ est un domaine fondamental de ce groupe, c'est-à-dire qu'à tout point (ξ, η) du domaine S correspondent, par une substitution du groupe, des points en nombre limité au moins égal à 1, à l'intérieur de δ. Ce domaine a un nombre limité de points communs avec la surface de S; c'est là un résultat

extrêmement important, comme je le montrerai bientôt, pour l'étude des fonctions des deux variables indépendantes ξ et η, qui restent invariables par les substitutions du groupe (σ). »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces dont la courbure totale est constante.* Note de M. G. DARBOUX.

« On connaît les beaux résultats obtenus, depuis Monge, par un grand nombre de géomètres, en ce qui concerne la détermination et l'étude des surfaces minima. La théorie des surfaces dont la courbure totale est constante a les rapports les plus étroits avec celle des surfaces minima, bien qu'elle soit certainement de beaucoup plus difficile.

» Par exemple, la détermination des surfaces minima dépend de l'équation

$$(1) \qquad s = e^z,$$

que l'on sait intégrer; celle des surfaces à courbure constante se ramène, d'après M. Weingarten, à l'équation

$$(2) \qquad s = ae^z + be^{-z},$$

qui comprend évidemment la précédente comme cas particulier.

» Parmi les considérations de Géométrie qui permettent aussi d'établir un lien entre les deux problèmes, je signalerai d'abord la suivante : On sait qu'il existe toujours deux surfaces dont la courbure *moyenne* est constante et qui sont parallèles à une surface dont la courbure totale est constante. On voit donc que la détermination des surfaces à courbure totale invariable se ramène à celle des surfaces dont la courbure moyenne est constante : or ces dernières comprennent évidemment comme cas particulier les surfaces minima.

» On peut aussi se placer au point de vue de la Géométrie projective. Considérons une surface du second ordre (Q) et proposons-nous de déterminer les surfaces (Σ) telles que les deux tangentes aux lignes asymptotiques qui passent en chacun de leurs points soient conjuguées par rapport à la surface (Q). Cet intéressant problème se ramène, il est aisé de le reconnaître, à la détermination d'une surface à courbure constante ou, ce qui est la même chose, à l'intégration de l'équation (2). Mais, si l'on suppose que la surface (Q) dégénère et se réduise au cercle de l'infini, les sur-

faces (Σ), d'après leur définition, devront avoir leurs tangentes asymptotiques rectangulaires et se réduiront, par conséquent, à des surfaces minima.

» Je reviendrai sur toutes ces analogies. Mais, pour le moment, je me contenterai de rappeler que la détermination des surfaces à courbure constante exige l'intégration de l'équation (2) et que tous les efforts tentés jusqu'ici pour l'intégration de cette équation ou de celles dans lesquelles on peut la transformer ont complètement échoué. Ces efforts ont néanmoins conduit à des résultats très intéressants, et l'on connaît aujourd'hui différents procédés qui permettent, une surface à courbure constante étant supposée connue et donnée, d'en déduire une infinité d'autres ayant la même propriété.

» Le premier de ces procédés se présente presque immédiatement. Il est clair que, si $f(x, y)$ est une solution de l'équation (2), il en sera de même de $f\left(\frac{x}{m}, ym\right)$, où m désigne une constante arbitraire. Cette remarque a déjà été faite par M. Lie et elle permet évidemment d'atteindre le résultat cherché. Toutefois, il est utile de le remarquer, les surfaces que l'on fait ainsi dériver d'une surface donnée ne sont pas complètement connues : on a bien les valeurs des six quantités qui figurent dans les formules de M. Codazzi, mais la détermination des trois coordonnées rectilignes d'un point de la surface en fonction des deux coordonnées curvilignes n'est pas faite et exige l'intégration, qui peut bien être impossible, d'une équation de Riccati. Avant de terminer ce qui regarde cette première méthode, remarquons, avec M. Lie, qu'elle se rattache de la manière la plus directe à un beau résultat obtenu par M. Bonnet. Dans son *Mémoire sur la théorie des surfaces applicables*, M. Bonnet a généralisé une propriété qu'il avait déjà établie pour les surfaces minima et il a montré que, étant donnée une surface à courbure moyenne constante quelconque, elle a ses lignes de courbures isothermes, et l'on peut toujours en déduire une infinité de surfaces à courbure moyenne constante et qui sont applicables sur la surface donnée avec conservation des rayons de courbure principaux aux points correspondants. Il suffit de considérer les surfaces à courbure totale constante parallèle aux précédentes, et il est aisé de reconnaître qu'elles se déduisent de l'une quelconque d'entre elles par le procédé que nous venons de rappeler plus haut.

» Il existe une autre méthode bien plus féconde et qui permet de déduire d'une surface à courbure constante donnée une infinité d'autres surfaces de même définition et contenant dans leur équation autant de constantes

qu'on le veut. Elle a été donnée en 1879 par M. Bianchi et elle a été l'objet d'études approfondies de la part de MM. Lie et Bäcklund. On peut la faire reposer sur deux théorèmes presque identiques qui ont été donnés, l'un en 1870 par M. Ribaucour, l'autre en 1879 par M. Bianchi. Indiquons rapidement comment M. Bianchi y a été conduit.

» Soit (Σ) une surface à courbure négative -1 et dont on connaisse les lignes géodésiques. On pourra, d'une infinité de manières, mettre l'élément linéaire de cette surface sous la forme

$$ds^2 = d\alpha^2 + e^{2\alpha} d\beta^2.$$

» Menons toutes les tangentes aux lignes géodésiques $\beta =$ const. D'apres une des propriétés les mieux connues des lignes géodésiques, ces tangentes sont normales à une surface (S) et elles touchent une seconde surface (Σ'), de telle manière que (Σ) et (Σ') constituent les deux nappes de la surface des centres de courbure de (S). M. Bianchi démontre que (Σ') est, comme (Σ), une surface à courbure constante -1. On voit donc déjà que l'on pourra déduire de (Σ) une surface (Σ') contenant dans son équation une constante arbitraire. Si l'on recommence l'application du même procédé en prenant (Σ') comme surface initiale, on obtiendra des surfaces (Σ'') dépendant de deux constantes, et il est clair, sans qu'il soit nécessaire d'insister, que l'application indéfinie du procédé peut introduire autant de constantes qu'on le veut. M. Lie a fait la remarque capitale que l'application de ce procédé exige seulement une série de quadratures. C'est sur cette suite de quadratures que portent surtout les recherches nouvelles que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie. Mais, auparavant, je montrerai comment on peut établir géométriquement de la manière la plus simple la proposition de M. Bianchi et celle, bien antérieure, de M. Ribaucour. »

OPTIQUE. — *Indices de réfraction du spath-fluor pour les rayons de différentes longueurs d'onde, jusqu'à l'extrême ultra-violet.* Note de M. **Ed. Sarasin**.

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie deux séries de mesures exécutées sur les indices de réfraction du quartz et du spath d'Islande, pour les rayons de différentes longueurs d'onde jusqu'à l'extrême ultra-violet [1]. Je désire lui communiquer aujourd'hui une étude analogue, entreprise sur le spath-fluor, lequel, comme le quartz et le spath calcaire,

---

[1] *Comptes rendus*, 1877 et 1882.

possède, on le sait, une transparence remarquable pour les radiations ultra-violettes. Ces mesures trouveront, je pense, leur application dans la construction des appareils d'optique destinés à l'observation de ces radiations. En outre, par l'étendue du champ sur lequel elles ont porté, elles fourniront, je l'espère, des renseignements utiles pour la connaissance des lois de la dispersion.

» J'ai employé, dans ces recherches, la même méthode que dans mes déterminations antérieures sur le quartz et sur le spath d'islande. Ayant mesuré à l'aide d'un spectromètre la déviation minima produite par un prisme de spath-fluor, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre de la direction primitive du rayon, on en déduit l'indice de réfraction par la formule de Newton

$$n = \frac{\sin \frac{A+D}{2}}{\sin \frac{A}{2}}.$$

» Le prisme de spath-fluor dont je me suis servi a été taillé avec soin par M. Laurent. Il mesure $60^\circ 4' 55''$.

» Mes mesures ont porté sur les principales raies du spectre solaire visible, puis sur la série des raies ultra-violettes du cadmium, complétée par la raie principale du spectre ultra-violet du magnésium et les raies extrêmes du zinc et de l'aluminium. Pour l'observation des raies du spectre visible, le spectromètre était muni de lentilles de verre. Pour celle des raies ultra-violettes, il était armé de l'oculaire fluorescent de M. Soret et de lentilles de quartz, exigeant une mise au point spéciale pour chaque raie. L'appareil ne permettant pas cette mise au point pour les raies extrêmes du zinc et de l'aluminium, celles-ci ont été étudiées avec des lentilles achromatiques quartz-spath-fluor, d'après la méthode de M. Cornu. Ces lentilles remplissent bien les conditions voulues ; mais celles dont je disposais présentant quelques légers défauts de transparence et de cristallisation dans la demi-lentille de spath-fluor, laquelle d'ailleurs ne peut réaliser la perfection de taille d'une lentille de quartz, j'ai préféré garder pour les raies du cadmium les lentilles de quartz non achromatiques, qui me donnaient une image plus nette. J'ai fait d'ailleurs des mesures comparatives sur les raies 25 et 26 du cadmium et sur la raie principale du spectre ultra-violet du magnésium, qui montrent, comme on peut le voir dans le Tableau, que les déterminations faites avec les deux paires de lentilles différentes sont bien comparables.

» Le Tableau qui suit donne les résultats obtenus :

Raie.	Longueur d'onde.	Indices de réfraction du spath-fluor. Lentilles de verre ou de quartz.	Lentilles achromatiques quartz-spath-fluor.
A	760,40	1,431009	»
a	718,36	1,431575	»
B	686,71	1,431997	»
D	589,20	1,433937	»
F	486,074	1,437051	»
h	410,12	1,441215	»
H	396,81	1,442137	»
Cd 9	360,90	1,445350	»
10	346,55	1,446970	»
11	340,15	1,447754	»
12	325,25 *	1,449871	»
Raie principale du magnésium	279,75 *	1,458402	1,458411
Cd 17	274,67	1,459576	»
18	257,13	1,464760	»
23	231,23	1,475166	»
24	226,45	1,477622	»
25	219,35	1,481515	1,481483
26	214,41	1,484631	1,484613
Zn 27	209,88	»	1,487655
28	206,10	»	1,490406
29	202,43	»	1,493256
Al 30	198,81	»	1,496291
31	193,1 *	»	1,502054
32	185,6 *	»	1,509404

Les chiffres de la seconde colonne qui sont marqués d'un * sont la moyenne des longueurs d'onde des raies élémentaires composant une raie multiple.

ÉLECTRICITÉ. — *Nouveau mode d'isolement des fils métalliques employés dans la Télégraphie et la Téléphonie.* Note de M. C. WIDEMANN.

« Ayant eu l'occasion, depuis une année, d'appliquer, pour la décoration d'objets de bijouterie et de mode, les procédés signalés par Nobili et Becquerel pour obtenir les colorations au moyen de bains de plombates et de ferrates alcalins, j'ai observé que les pièces ainsi colorées étaient devenues absolument résistantes à toute action galvanique, c'est-à-dire que

leurs surfaces, une fois recouvertes de peroxyde de plomb ou de fer, étaient isolées et ne conduisaient plus le courant électrique. Un fil de cuivre ou de laiton, et même de fer, se trouve ainsi recouvert d'une couche isolante, analogue à celle d'une couche de résine ou de gutta.

» Il y a là, je crois, une application facilement utilisable dans la confection des câbles ou fils employés dans la Télégraphie et la Téléphonie.

» Le moyen d'obtenir cette couche isolante est très pratique, au point de vue industriel, et le coût fort minime; la durée de cette couche, tres résistante aux diverses actions atmosphériques, est une garantie de durée. L'isolement est absolu.

» Le mode de préparation est fort simple : il suffit de préparer un bain de plombate de potasse, en faisant dissoudre 10^{gr} de litharge dans un litre d'eau à laquelle on a ajouté 200^{gr} de potasse caustique, et de faire bouillir pendant une demi-heure environ; on laisse reposer, on décante, et le bain est prêt à fonctionner. On attache, au fil *positif*, le fil métallique à recouvrir de peroxyde de plomb, et l'on plonge dans le bain une petite anode de platine au pôle négatif; du plomb métallique très divisé se précipite au pôle négatif, et le peroxyde de plomb se porte sur le fil métallique, en passant successivement par toutes les couleurs du spectre; l'isolement n'est parfait que lorsque le fil est arrivé à la dernière teinte, qui est d'un brun noir.

» Le fil ainsi recouvert est parfaitement insensible à l'action électrique; on peut y attacher des objets parfaitement décapés et les porter au pôle négatif d'un bain de dorure, d'argenture, de nickelage, sans que le courant, si puissant qu'il soit, ait une action sur les pièces à recouvrir de métal; un tel fil, placé dans un courant et mis en contact avec un autre fil en rapport avec un galvanomètre, laisse celui-ci parfaitement insensible ; il n'y a aucune déperdition du premier courant, qui passe par le fil recouvert de peroxyde.

» J'ai pensé que cet isolement parfait pouvait être utilisé par les électriciens, soit pour les boussoles, soit pour tous autres appareils; c'est pourquoi j'ai l'honneur d'en faire part à l'Académie. Je me tiens à la disposition de ceux de ses Membres qui désireraient contrôler ces résultats. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Détermination des équivalents des métaux, à l'aide de leurs sulfates.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Debray.

« Si la recherche des équivalents des métaux, à l'aide de leurs sulfates, a déjà été tentée plusieurs fois, beaucoup de ces déterminations n'ont point présenté la concordance désirable pour pareil sujet. La cause de ces différences est dans la difficulté qu'on éprouve souvent à obtenir les sulfates chimiquement neutres et toujours identiques à eux-mêmes. En effet, par des cristallisations successives, ils ne peuvent que rarement être débarrassés complètement des dernières traces d'acide libre; quelques-uns même sont décomposés par l'eau, et, pour chasser l'excès d'acide, l'action de la chaleur est nécessaire. Or, si elle est trop élevée, il peut y avoir décomposition partielle des sulfates, et l'expérience est entachée d'erreurs en sens inverse. On conçoit donc que l'emploi d'un mode de chauffage permettant de soumettre les sulfates, pour ainsi dire indéfiniment, à une température constante et relativement élevée, mais inférieure à celle de leur décomposition, soit la première condition pour conserver à ce genre de détermination toute la rigueur et toute la précision qu'il exige.

» L'emploi de la bouteille à soufre réalise cette condition. Par de nombreux essais, j'ai en effet constaté, à l'exception toutefois des sulfates des métaux précieux (or et métaux de la mine du platine) que je n'ai pas étudiés, que cette classe de sels jouit d'une stabilité assez grande pour pouvoir, sans décomposition aucune, être maintenus des journées entières à cette température notablement supérieure à celle de l'ébullition de l'acide sulfurique; que, même à cette température de 440°, certains sulfates ne perdent que fort lentement les dernières traces d'acide libre, et qu'il y a lieu alors d'employer certains artifices pour activer l'élimination de cet acide.

» Ce procédé constitue donc une méthode précise et rigoureuse, puisqu'il permet d'éviter toute surchauffe capable de produire un commencement de décomposition et écarte tout doute sur l'état du sel avec lequel on doit opérer. C'est ainsi, par exemple, que j'ai pu préparer sans difficulté le sulfate de peroxyde de fer, pur et neutre, à l'état de sel blanc rosé, parfaitement défini.

» La préparation des sulfates neutres et anhydres dans ces conditions devient aussi rapide et même plus sûre peut-être que celle des chlorures susceptibles de retenir aussi un excès d'acide, ou, si l'on chauffe leurs hydrates, de former des sels basiques, à moins qu'on ne s'astreigne à des

conditions de préparation le plus généralement laborieuses, ainsi que le fit M. Dumas dans son grand travail sur la détermination des poids équivalents des métaux.

» Les sulfates obtenus, leur analyse constitue la seconde et dernière phase de l'opération. Or, si l'on tient compte de la décomposition de ces sels à l'aide de la chaleur, par perte de leur acide, phénomène toujours possible, ainsi que M. Boussingault l'a démontré en 1867 ([1]), en opérant dans un four chauffé au chalumeau, cette analyse peut alors atteindre un grand degré de perfection, car elle se réduit, comme procédé opératoire, à une calcination et à deux pesées, celle du sulfate avec la nacelle où il a été préparé et dont on connaît la tare, et celle après calcination, qui donne et la perte en acide et le poids de l'oxyde qui reste, c'est-à-dire le rapport des poids de l'acide et de la base.

» Ce mode d'analyse par la voie sèche, qui ne nécessite aucune manipulation de la matière hors de la nacelle qui la renferme, qui exclut ainsi toutes les causes d'erreurs inhérentes aux dosages par la voie humide, permet donc une plus grande précision que les procédés de cette dernière. Cette méthode analytique est aussi d'une exécution plus facile que la détermination des équivalents par la voie synthétique, c'est-à-dire par transformation d'un poids connu de métal ou d'oxyde en sulfate, opération qui expose à des pertes, comme en témoignent les affirmations de Berzélius et de M. Stas *sur l'extrême difficulté qu'on éprouve à mener à bonne fin pareille synthèse*.

» Ce procédé ne se trouve en défaut que lorsque les sulfates sont eux-mêmes volatils avec ou sans décomposition, comme ceux de potassium, sodium, thallium, mercure, ou parce que les bases sont volatiles à haute température, comme la baryte et la strontiane. La détermination par voie humide ou celle par synthèse restent alors seules possibles et, dans ce dernier cas, on chasse les dernières traces d'acide libre, avant la pesée du sel, en le chauffant dans l'étuve à soufre.

» Quant aux oxydes susceptibles de s'oxyder à l'air sous l'influence de la chaleur, comme ceux de manganèse, cobalt, etc., on sait qu'on peut parer facilement à cette particularité, et je n'ai pas à insister.

» Ces faits établis, je terminerai en indiquant d'une manière générale les conditions les plus essentielles pour cette opération analytique.

([1]) *Action décomposante d'une haute température sur quelques sulfates* (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XII, p. 419).

» La solution du sulfate pur évaporée et le produit desséché à l'abri des poussières de l'air dans un vase de platine, ainsi que M. Stas l'a recommandé pour de telles recherches, dans son beau Mémoire sur les rapports réciproques des poids atomiques, partie du sel est introduite dans une nacelle de platine tarée qu'on glisse elle-même dans un tube de verre dont l'extrémité ouverte émerge seule de l'étuve à soufre. On maintient à cette température jusqu'à ce que deux pesées consécutives, faites à un intervalle de plusieurs heures, soient constantes. Pour ces pesées, on laisse refroidir le sulfate à l'abri de l'humidité de l'air, en fermant le tube ou étui de verre au moment où on le retire de l'étuve. Le temps qu'exige l'élimination de l'acide en excès varie suivant les sulfates et aussi la quantité mise en œuvre, et en général, si l'on prend le soin d'opérer avec un sulfate pulvérulent, on arrive plus rapidement à un poids constant. Ce dernier point atteint, la nacelle est mise au fond d'un tube de platine qu'on place dans un moufle, de façon que l'extrémité ouverte de ce tube vienne déboucher près de la porte du moufle et à l'extérieur. On chauffe ensuite progressivement jusqu'à la température nécessaire pour la décomposition totale du sulfate.

» L'emploi d'un tube de platine a un double but : 1° de reconnaître par l'inspection de ce tube s'il y a eu projection par la chauffe; 2° de soustraire l'oxyde à la réduction s'il est réductible, en permettant l'accès de l'air extérieur autour de cet oxyde, l'atmosphère intérieure d'un moufle chauffé au gaz et fermé étant presque toujours réductrice.

» Je dois dire que, dans aucune de mes déterminations, je n'ai pu constater trace de projection, et il ne s'en produit jamais avec les sulfates exempts d'excès d'acide, si l'on élève progressivement la *température*.

» L'élimination de l'acide n'est considérée comme complète que lorsque les pesées, après deux calcinations successives, donnent le même nombre. Cela n'exclut en outre, dans aucun cas, le contrôle de la voie humide, c'est-à-dire la redissolution de l'oxyde dans l'acide HCl, et l'épreuve après dilution et chauffage de la liqueur par quelques gouttes de chlorure de baryum.

» Enfin, pour peser l'oxyde, on laisse refroidir le moufle jusqu'au rouge sombre, et, à ce moment, on retire rapidement la nacelle du tube de platine pour la glisser dans un étui de verre, chauffé dans la bouteille à soufre. On ferme l'étui et l'on pèse la nacelle quand elle est froide.

» Dans une Note prochaine, je me propose de montrer l'application de cette méthode à quelques métaux : le cuivre, le zinc, le nickel, le fer, l'aluminium et le chrome. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur l'entraînement du glucose par le précipité plombique.* Note de M. P. LAGRANGE.

« Pour déterminer le glucose dans les sucres de canne, la méthode suivie actuellement par la régie et le commerce est la suivante :

» La prise d'essai est de $16^{gr},19$ du sucre, poids adopté depuis les travaux de MM. A. Girard et de Luynes, sur le pouvoir rotatoire du sucre. Pour doser sur la même liqueur, le sucre cristallisable, le glucose et les sels, on pèse $80^{gr},95$ de sucre, que l'on dissout dans 250^{cc} d'eau. L'examen de la liqueur sucrée au saccharimètre est facilité par l'addition du sous-acétate de plomb, qui forme un précipité plus ou moins abondant selon la pureté des sucres, et la décolore.

» C'est également sur la même liqueur, ainsi décolorée, que se fait le dosage du glucose, par la réduction d'un volume déterminé de tartrate cuprosodique.

» La Note que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie a pour but de montrer que le dosage du glucose, fait sur une liqueur traitée ou non traitée par le sous-acétate de plomb, est soumis à de graves erreurs.

» En effet, si, au lieu de faire agir la solution sucrée, décolorée par le sous-acétate de plomb, sur la liqueur de Barreswil, on opère avec la solution non précipitée, la réduction est loin d'être la même ; les différences sont d'autant plus grandes que les sucres sont plus impurs et qu'il a fallu une plus forte quantité de sous-acétate de plomb pour précipiter les matières organiques.

» Pour vérifier plus exactement ce fait, j'ai soumis à des analyses comparatives un très grand nombre d'échantillons de sucre de canne, de différentes provenances, traité et non traité par le sous-acétate ; on trouvera quelques-uns des résultats obtenus dans le Tableau suivant :

	Sucre d'Egypte		Sucre de la Réunion		Sucre de Java		Premières vergeoises de raffinerie		Deuxièmes vergeoises de raffinerie	
Provenances.	traité par le s.-acétate.	non traité.	traité par le s.-acétate.	non traité.	traité par le s.-acétate.	non traité.	traitées par le s.-acétate.	non traitées.	traitées par le s.-acétate.	non traitées.
Sucre cristallisable..	80,50	80,50	89,00	89,00	91,00	91,00	88,50	88,50	80,00	80,00
Glucose...........	3,07	5,03	2,82	3,80	3,37	4,40	3,43	5,30	4,45	7,10
Sels...............	2,43	2,43	0,95	0,95	0,32	0,32	1,20	1,20	2,97	2,97
Eau................	5,98	5,98	2,02	2,02	2,00	2,00	4,40	4,40	6,00	6,00
Matières organiques.	8,02	6,06	5,21	4,23	3,31	2,28	2,47	0,60	6,48	3,98

» Le dosage du glucose dans les sirops de raffineries présente également

de très grandes variations, selon le poids du précipité produit par le sous-acétate de plomb.

» Il m'a paru intéressant de rechercher, dans le précipité plombique, le glucose trouvé en moins dans la liqueur.

» J'ai pris 50^{gr} de sucre d'Égypte, dont j'ai donné ci-dessus l'analyse, et j'en ai précipité complètement la solution par le sous-acétate de plomb; après un lavage fait avec soin, le précipité fut décomposé par un courant d'hydrogène sulfuré, et, après filtration, j'obtins un liquide très coloré en jaune, fortement acide, et réduisant la liqueur de Barreswil; j'ai retrouvé ainsi le complément du glucose, c'est-à-dire que le poids de glucose retrouvé, ajouté à celui qui me donnait la solution traitée par le sous-acétate, représenterait exactement la proportion de glucose renfermée dans le sucre non traité.

» De ces expériences, il résulte que, pour doser exactement le glucose dans un sucre de canne, il faut abandonner la méthode de précipitation par le sous-acétate de plomb et faire agir le sucre simplement dissous dans l'eau sur la liqueur de Barreswil. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Le guano du cap Vert.* Note de M. A. ANDOUARD, présentée par M. Chatin. (Extrait.)

« Les guanos se font de plus en plus rares; leur richesse en principes fertilisants, en azote surtout, suit une progression décroissante, chaque jour plus marquée.

» On a cru trouver, dans des guanos provenant des îles du cap Vert, une compensation à ceux qui manqueront bientôt en Amérique.... J'ai soumis à l'analyse un envoi de guano de cette provenance; voici la composition chimique de ce produit, telle qu'elle m'a été fournie par la moyenne de neuf analyses :

Humidité	15,21
Azote organique	0,28
» ammoniacal	0,04
Matières organiques	10,63
Acide phosphorique	11,37
Chaux, magnésie, oxyde de fer	20,49
Sels solubles dans l'eau	0,92
Silice et silicates	41,06
Total	100,00

» Cette composition, peu satisfaisante, représente le guano débarrassé

d'une quantité considérable de pierres, qui en amoindrissaient encore la valeur.... »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Dragages zoologiques et sondages thermométriques dans les lacs de Savoie.* Note de M. **F.-A. Forel.**

« Voici quelques-uns des faits que j'ai constatés, dans une série de dragages et sondages opérés récemment dans les lacs de Savoie.

» *Lac du Bourget*, 22 septembre 1883. — Quelques dragages entre 30^{m} et 50^{m} de fond, devant le grand port d'Aix, m'ont donné, outre la faune lacustre ordinaire, le beau Turbellarié *Vortex Lemani*, G. du Plessis, que M. Graff, dans sa récente monographie, a rapporté au genre *Plagiostomum* : c'est le seul type d'eau douce jusqu'à présent connu des Alloïocèles intermédiaires entre les Dendrocèles et les Rhabdocèles; puis un Mésostome, probablement *Mesostoma* (*Otomesostoma*) *Morgiense*, du Pl.

» Devant le château de Bordeaux, j'ai trouvé, par 110^{m} et 115^{m} de fond, une vase gris jaunâtre, légère, peu plastique. La faune était peu abondante, mais caractéristique, quoiqu'il y manquât quelques-uns des types normaux de la région profonde des lacs, comme *Asellus, Niphargus, Limnæa, Fredericella.* J'y ai constaté, entre autres, un Hydrachnide, un *Pisidium*, un beau Chétopode du groupe des *Tubifex*, un autre Chétopode caractéristique de la faune profonde, le *Sænuris velutina*, Ed. Grube, une *Planaria* de petite taille, le *Vortex Lemani.*

» La faune pélagique était représentée par les types ordinaires, entre autres la *Leptodora hyalina;* en revanche, je n'ai pas vu de *Bythotrephes.*

» Une série de sondages thermométriques m'a donné les températures suivantes :

Surface	18°,8	60^{m}	5°,9
10^{m}	18,0	80	5,8
20^{m}	11,3	115	5,7
40^{m}	6,3		

» *Lac d'Annecy*, 23 septembre 1883. — Mes dragages ont été faits par 50^{m} et 60^{m} de fond, devant Négrier; la vase y est, comme celle du lac du Bourget, d'un gris jaunâtre, peu plastique; desséchée, elle donne une marne jaunâtre. La faune est beaucoup plus riche que celle du Bourget; elle est très bien caractérisée. Je citerai entre autres :

» Des larves de *Corethra;* cette larve n'est connue, jusqu'à présent, dans

la région profonde des lacs, que dans le lac de Zurich; des larves, nymphes et œufs de *Chironomus*, un Hydrachnide, un *Gammarus*, un *Asellus* aveugle, différent de celui de la faune profonde du Léman et du lac des Quatre-Cantons par sa couleur d'un rouge brun et par sa grande taille; le *Lynceus lamellatus*, plus coloré aussi que celui du Léman; une Limnée, un *Pisidium*, un *Tubifex*, le *Vortex Lemani*, une *Fredericella;* ce Bryozoaire appartient à l'espèce de la faune profonde que j'ai trouvée dans presque tous les lacs de la région subalpine; il a ici un très beau développement; son polypier est grand, d'un beau brun, corné, très branchu; il a presque les dimensions de ceux que le Dr Asper a dragués dans le lac de Saint-Moritz (Engadine); enfin une Hydre, *H. rubra*.

» J'ai noté la coloration d'un grand nombre des espèces, qui sont plus foncées que celles que j'ai trouvées dans la faune profonde de nos lacs suisses.

» Cette faune du lac d'Annecy présente ainsi presque tous les types nouveaux de la faune profonde; il y manque cependant le *Niphargus*, ce Gammaride aveugle que nous trouvons en abondance dans le Léman, les lacs de Neuchâtel, des Quatre-Cantons, de Zurich, de Walenstadt, de Starnberg, de Côme, etc. En revanche, je l'ai constaté sous la forme classique du *Niphargus puteanus*, Koch, dans l'eau d'un puits de l'hôtel d'Angleterre, à Annecy, où il est très fréquent; c'est une nouvelle station à ajouter à la liste des localités où l'on connaît ce représentant intéressant de la faune des régions souterraines.

» Mes sondages thermométriques m'ont donné les chiffres suivants:

Surface	17°,5	20m...........	8°,0
10m...........	17,5	40m...........	6,2
15m...........	17,5	55m...........	6,1

» L'uniformité de température, depuis la surface jusqu'à 15m de profondeur, est le fait du refroidissement automnal qui avait déjà commencé.

» Si je compare la température profonde de ces lacs à celles de quelques-uns des lacs suisses que j'ai étudiés cet été, j'obtiens les valeurs suivantes:

	Bourget.	Annecy.	Léman.	Quatre-Cantons.	Zurich.
60m.........	5°,9	6°,1	6°,1	5°,4	5°,3
120m.........	5°,7	»	5°,8	»	4°,4

» Je puis comparer aussi la température actuelle du lac d'Annecy à ce qu'elle était en 1880, dans l'été qui a suivi le *grand hiver* pendant lequel

la surface avait été gelée ; ces deux séries ont été faites avec le même thermomètre de Negretti et Zambra :

	13 août 1880.	22 sept. 1883.
	o	o
Surface	18,8	17,5
10m	18,3	17,5
20m	10,3	8,0
30m	6,7	»
40m	6,0	6,0
50m	5,5	»
55m	»	6,1
60m	5,0	»

» Le fond du lac s'est réchauffé, dans le cours de ces trois années, de plus d'un demi-degré, ce qui est conforme aux faits constatés par moi dans les lacs suisses. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur l'organisation de la* Spadella Marioni, *chœtognathe nouveau du golfe de Marseille* [1]. Note de M. **P. Gourret**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« La *Spadella Marioni* nov. spec. se trouve en assez grande abondance dans le golfe de Marseille (vallon des Auffes). Elle est caractérisée nettement par la forme quadrangulaire de la nageoire terminale et par la réduction des nageoires latérales, qui sont toujours dépourvues de rayons et dont le bord libre est arrondi.

» L'épiderme est incolore, même dans les points tels que la vésicule séminale, où les corpuscules pigmentaires abondent d'ordinaire.

» La structure de la nageoire terminale ne diffère de celle des nageoires latérales que par la présence de rayons distribués sur les deux faces de la nageoire, qu'ils occupent en tout ou en partie selon les individus. Ces rayons, dont le point d'origine et le point de terminaison ne peuvent être fixés avec exactitude, sont indépendants des parois du corps. On doit les considérer comme des épaississements de la substance fondamentale des nageoires.

» Les cellules adhésives, munies le plus souvent d'un noyau central, ne sont pas différentes des cellules de l'épiderme. Certaines d'entre elles, si ce n'est toutes, ont la propriété de sécréter un mucus particulier. Ce mucus

(1) Ce travail a été fait dans le laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

s'accumule à la face libre de la cellule, la soulève, la distend outre mesure jusqu'à ce qu'elle cède. Il sert à lubrifier la face ventrale de l'animal et par suite la garantit du contact avec les corps étrangers.

» La musculature du tronc constitue une enveloppe complète, interrompue en quatre points opposés deux à deux. Les *lignes latérales* sont occupées par les commissures nerveuses qui unissent le cerveau au ganglion abdominal. Aux *champs* dorsal et ventral correspondent les ligaments qui relient le tube digestif aux parois du corps. Mais cette disposition de la musculature varie suivant les régions. Entre le ganglion ventral et les ovaires, ainsi qu'au niveau des testicules, les lignes latérales font défaut et il n'existe par conséquent en ces points que deux faisceaux musculaires longitudinaux. Par contre, au niveau du rectum, les faisceaux latéro-ventraux se confondent en un seul, et le champ dorsal est occupé par l'anus. La musculature de la tête ne se distingue que par des particularités secondaires de celle que B. Grassi a décrite dans *Spadella bipunctata* (Q. et G.) et *Sp. hexaptera* (d'Orb.). Quant au prépuce, il est entièrement dépourvu des vides de la cavité générale, que la plupart des observateurs ont signalés dans cet organe spécial de la tête.

» L'existence d'un ganglion pair, aplati et quadrangulaire, à l'angle postéro-latéral du cerveau, constitue une particularité propre à la *Spadella Marioni*. Le réseau nerveux périphérique est logé entre l'épiderme et la musculature sous-jacente. Les ramuscules nerveux aboutissent-ils tous sans exception aux organes des sens, ou bien certains d'entre eux ont-ils pour mission d'innerver les fibres musculaires? Cette dernière hypothèse, malgré l'opinion contraire de B. Grassi, paraît la plus probable. D'ailleurs les organes des sens (proéminences tactiles) sont dans certains cas innervés par des ramuscules propres, venus de troncs nerveux, lesquels sont placés non pas immédiatement sous l'épiderme, mais sous les faisceaux musculaires eux-mêmes.

» Les proéminences tactiles sont dépourvues de bâtonnets et les poils sont en rapport direct avec les cellules tactiles. Celles-ci sont sur le même plan que les cellules de l'épiderme, sur lequel elles ne reposent en aucun cas. Outre le poil rigide implanté sur le bord libre des cellules tactiles, ces dernières se distinguent encore des cellules épidermiques par l'existence à leur base d'un prolongement de nature nerveuse. Ce prolongement très fin se dirige entre les fibres musculaires, perpendiculairement à leur direction, se renfle vers le milieu de son étendue, de manière à former un renflement fusiforme qui, à son pôle inférieur, se prolonge à son tour pour se

terminer dans un tronc nerveux appliqué à la face interne des faisceaux musculaires longitudinaux. Le renflement paraît être dépourvu de noyau; son contenu est parfaitement homogène.

» La couronne ciliée, les follicules vestibulaires, ainsi que les fossettes vestibulaire et postcérébrale, tous organes considérés comme des organes des sens, ne semblent pas exister dans la *Spadella Marioni*.

» Le tube digestif comprend les régions suivantes : 1° un vestibule buccal situé à la partie antérieure de la tête, où il débouche par une large ouverture; 2° une bouche proprement dite placée au fond de ce vestibule, qu'elle fait communiquer avec le reste de l'appareil; 3° un pharynx composé de trois renflements successifs; 4° un œsophage qui commence au niveau du cou et occupe le tiers antérieur du tronc; 5° un intestin; 6° enfin un rectum qui est légèrement dévié à gauche dès son origine et qui se renfle après un court trajet en une vaste poche, laquelle débouche au dehors, à la face dorsale.

» Comme annexes de l'appareil digestif, sont placés sur les parois de la tête des crochets au nombre de vingt-cinq, dont neuf sont postérieurs, treize médians et trois antérieurs.

» Au point de vue histologique, le vestibule buccal ne diffère de l'épiderme que par l'épaississement de la cuticule. L'épithélium pharyngien, dont la hauteur est caractéristique, se constitue par des cellules pourvues d'un noyau basilaire et à contenu homogène, tandis que le contenu est granuleux et le noyau est médian dans les cellules épithéliales de l'œsophage. La membrane placée en dehors du revêtement interne de l'œsophage rappelle le mésentère intestinal. Les fibres musculaires que O. Hertwig et Grassi décrivent dans les parois de l'œsophage m'ont paru manquer complètement.

» L'opinion émise par Grassi sur le rôle des cellules intestinales ne me semble pas confirmée par l'observation, car le volume des cellules glandulaires est d'ordinaire inférieur à celui des cellules absorbantes. Celles-ci, du reste, ont leurs contours très nets et leurs noyaux bien apparents. La présence de cils sur la face interne des cellules absorbantes répond à la progression des aliments. Peut-être les cils sont-ils aidés par le jeu de la couche externe fibreuse de l'intestin, qui, dans certains points, semble être de nature musculaire.

» Chez la *Spadella Marioni* l'anus n'est pas ventral, comme on le décrit généralement : il est placé à la face dorsale, en avant des deux grandes

cloisons qui séparent le tronc de la queue, et plus exactement en avant de la cloison qui limite le sommet du testicule gauche.

» Dans une prochaine Note, j'aurai l'honneur de résumer mes observations sur la cavité générale, les organes excréteurs (?) et l'appareil reproducteur de la *Spadella Marioni*. »

ANATOMIE. — *Sur quelques points de la structure des Tuniciers*. Note de M. **L. Roule**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« M. W.-A. Herdman a publié dernièrement, dans les *Mémoires de la Société royale d'Edimbourg* et le journal *Nature*, une Note intitulée : *The Hypophysis cerebri in Tunicata and Vertebrata*. M. Herdman revient sur les observations faites par M. Julin et les confirme en ce qui touche la *Phallusia mamillata*, Cuv.; pour lui, comme pour MM. Ed. Van Beneden et Julin, la glande placée chez les Tuniciers au-dessous du ganglion nerveux est chargée de fonctions rénales, et les produits excrétés sont rejetés au dehors, soit par l'organe vibratile, soit, dans certains cas et notamment chez la *Ph. mamillata*, par des canalicules secondaires; en outre, cette glande *hypoganglionnaire* des Tuniciers correspondrait à l'hypophyse des Vertébrés. Cependant M. Herdman ajoute que, contrairement aux idées émises par M. Julin, l'organe vibratile lui paraît être en outre un organe des sens, destiné à l'olfaction ou à la gustation, et que les cellules placées sur ses bords ont une ressemblance frappante avec les cellules sensitives de l'ectoderme des Actinies.

» Exposées par M. Herdman, qui a récemment décrit avec science et autorité les Tuniciers recueillis par les naturalistes du *Challenger*, ces considérations prennent une grande importance; aussi, comme les résultats auxquels m'ont conduit mes recherches ne concordent pas complètement sur certains points avec ceux publiés par le savant professeur de Liverpool, j'ai cru utile de résumer, avant la publication [1] de mon Mémoire, actuellement sous presse, sur les Phallusiadées des côtes de Provence, les observations qui y sont exposées.

» La glande hypoganglionnaire est, chez les Phallusiadées, une glande

(1) Ce Mémoire a été fait dans le Laboratoire de Zoologie marine de Marseille, dirigé par M. le professeur Marion, et sera inséré dans les *Annales du Muséum d'Histoire naturelle* de cette ville.

en grappe; ses éléments, bien décrits par M. Julin, sont de petites cellules à contenu granuleux; elles subissent une desquamation assez active et s'accumulent dans l'intérieur des acini de la glande. Ces acini convergent tous vers un conduit qui s'ouvre au dehors, dans la cavité branchiale, et l'organe vibratile n'est autre chose que la portion extérieure élargie de ce conduit; chez la *Ph. mamillata* et une *Ascidia* nouvelle, que j'ai nommée *A. Marioni*, cet organe est très réduit, et le conduit excréteur se ramifie en un certain nombre de canaux secondaires dont les uns débouchent dans la cavité branchiale et les autres dans la cavité péribranchiale. Les cellules qui tapissent l'intérieur et les bords de l'organe vibratile sont toutes munies de cils allongés, et je n'ai jamais vu parmi elles ces éléments à cnidocils, ces cellules sensitives qui existent en si grand nombre dans l'ectoderme des Actinies; aussi cet organe ne me semble-t-il pas capable d'accomplir un rôle sensitif : je suis en cela d'accord avec M. Julin. Mais je ne pense pas, d'autre part, que la glande hypoganglionnaire soit douée de fonctions d'excrétion; je n'ai jamais constaté la présence dans les lobules de produits excrétés, tels que des urates; il existe d'ailleurs dans l'organisme de toutes les Ascidies un véritable rein qui n'est pas la glande hypoganglionnaire. Les *Ph. mamillata* et *A. Marioni* rentrent ici dans le cas général de tous les Tuniciers dont l'organe vibratile débouche dans la cavité branchiale, puisque tous les canalicules secondaires chez l'*A. Marioni*, et la plupart chez la *Ph. mamillata*, s'ouvrent aussi dans cette cavité.

» Mes recherches m'autorisent à considérer comme très probable que la glande hypoganglionnaire est chargée de sécréter, et l'organe vibratile de rejeter sur les parois branchiales ce mucus qui agglutine les corpuscules entraînés par le courant d'eau respiratoire, et qui se dirige vers la bouche œsophagienne. La structure de la glande, formée par la réunion d'acini dont les éléments cellulaires se desquament avec facilité, est tout à fait semblable à celle des petites glandes, disséminées dans les parois buccales des vertébrés supérieurs, qui sécrètent un mucus concret; pour ce qui tient à la glande hypoganglionnaire, j'ai vu souvent les filaments muqueux attachés sur les bords ou dans la cavité de l'organe vibratile, comme s'ils en sortaient. Les cellules de la gouttière endostylaire (raphé antérieur ou raphé ventral) sont des éléments d'épithélium cylindrique, munis, en général, de cils vibratiles plus ou moins allongés, et j'ai très rarement constaté la présence parmi eux de cellules hyalines à mucus; il en est de même pour la gouttière péricoronale; on ne peut donc pas dire, comme on l'a fait jusqu'ici, que ces sillons sécrètent les filaments muqueux qui parcourent les

parois branchiales. Ces filaments sont sécrétés par la glande hypoganglionnaire, sortent dans la cavité de la branchie par l'ouverture de l'organe vibratile dont les cils, en battant, rejettent au dehors les corpuscules qui passent à leur portée, et parviennent sur les parois branchiales, soit directement lors de leur sortie, soit indirectement par le raphé ventral, auquel ils sont transmis par la gouttière péricoronale.

» J'ai ainsi décrit la structure et les fonctions de cette glande hypoganglionnaire, telles qu'on les reconnaît chez les Phallusiadées adultes, et il ne semble pas possible d'attribuer à cette glande et à son conduit vibratile d'autre rôle que celui d'une sécrétion spéciale. Je ne veux rien préjuger de plus, et je pense que des recherches embryogéniques plus complètes que celles faites jusqu'ici pourront seules montrer si les homologies de cet appareil sont telles qu'on les propose; j'ai l'espoir de contribuer moi-même, par des observations déjà commencées, à la solution de cette question. »

PALÉONTOLOGIE. — *Nouvelles études sur les Ruminants fossiles d'Auvergne.* Note de M. **Depéret**, présentée par M. A. Gaudry.

« A l'époque du miocène supérieur de Pikermi, la prédominance appartenait, dans l'ordre des Ruminants, à la famille des Antilopidés. Les Cervidés, bien que représentant une branche divergente déjà ancienne de la souche des Ruminants, ne comptaient que de rares espèces, tandis que les Bovidés n'étaient pas encore apparus en Europe.

» Il en est à peu près de même dans le pliocène inférieur de Casino, de Montpellier et de Perpignan. Mais ces relations changent dès qu'on arrive à l'époque un peu plus récente du pliocène de Perrier; alors les Antilopes deviennent rares, les Cervidés se développent avec une richesse de formes très remarquable, et les Bovidés font, en Europe, leur première apparition.

» Pour l'étude des faunes de cet âge, aucune région n'est aussi riche en matériaux que l'Auvergne, et il serait difficile de trouver à l'époque actuelle une contrée qui, à surface égale, fournit autant de formes distinctes que celles qui ont été retirées des alluvions volcaniques de la montagne de Perrier et de quelques autres localités du canton d'Issoire. Cette étude est encore loin d'être complète, malgré les travaux importants publiés sur le sujet par Croizet et Jobert, Devèze et Bouillet, Bravard, P. Gervais, et par MM. Aymard et Pomel.

» Les matériaux qui ont servi de base à ce travail proviennent des im-

portantes collections de l'abbé Croizet et de Bravard, qui font partie des richesses du Muséum de Paris, où elles ont été mises à ma disposition avec la plus généreuse libéralité par M. le professeur Gaudry.

» Grâce aux pièces originales de la collection Croizet, les vingt et une planches de Ruminants restées sans texte et sans nom dans l'Ouvrage, remarquable pour l'époque, publié par Croizet et Jobert (*Recherches sur les ossements fossiles du Puy-de-Dôme*, 1828), ont pu retrouver leur légende explicative. Les espèces de la collection Bravard, dont les noms, différents de ceux de Croizet, forment pour la plupart des doubles emplois, n'ont jamais été ni figurées ni décrites.

» Les Ruminants que j'ai étudiés appartiennent à trois faunes d'âges différents. Je citerai seulement aujourd'hui ceux que j'attribue à l'âge du pliocène de Perrier, c'est-à-dire ceux de la base de la montagne de Perrier et de quelques autres localités du canton d'Issoire : Pardines, Ardey, Bourbon, une partie de Neschers et de Boulade.

» La famille des *Antilopidés* compte deux espèces : l'une, de Bourbon, est une petite Gazelle, *Gazella borbonica*, Depéret ex Bravard (? *Antilope antiqua*, Pomel), voisine par la taille et par la dentition des petites Antilopes de Pikermi. Ses molaires, pourvues d'un pli antérieur d'émail, comme les Chèvres, la rapprochent des *Palæoreas*, tandis que la forme des chevilles osseuses de ses cornes, aplaties latéralement, sans carène antérieure ni postérieure, à surface lisse, sans cannelures, la distinguent des espèces miocènes pour la rapprocher des Gazelles vivantes.

» Le deuxième, *Antilope ardea*, Depéret ex Croizet, d'Ardey, est une grande espèce de la taille du Tragocère de Pikermi, dont les molaires robustes, à émail épais et lisse, n'ont ni pli transverse antérieur, ni colonnettes interlobaires. Une base de cheville de corne, arrondie, large de $0^m,05$, montre une surface rugueuse et sillonnée. Les affinités exactes de cette espèce sont encore à déterminer, faute de matériaux.

» Le nombre considérable d'espèces de *Cervidés* nommées ou décrites m'a paru pouvoir être réduit à dix formes distinctes, qui se rangent, d'après la classification de P. Gervais, dans les groupes suivants :

» PREMIER SOUS-GENRE : *Polycladus*. — Cette section, intermédiaire entre les Daims et les vrais Cerfs, est caractérisée par des bois aplatis partiellement sans former une large empaumure, et dépourvus d'andouiller basilaire. Elle comprend deux espèces : le *Cervus ardeus*, Croizet (Croiz. et Job., *Oss. foss.*, deuxième sous-genre, *Pl. I, II, III* et *IV, fig.* 6), grande espèce plus forte que l'Élaphe ; et le *Cervus ramosus*, Croizet (*C. Croizeti, platyceros*

et *cladoceros*, Brav.; *C. polycladus*, P. Gerv., Cr. et Job., *Oss. foss.*, deuxième sous-genre, *Pl. IV, fig.* 1, 2, 3, 4, 5, et *Pl. V*), intermédiaire pour la taille entre le Cerf et le Daim. La collection du Muséum contient une série remarquable de bois de cette espèce, depuis le jeune âge jusqu'à la forme très adulte.

» Deuxième sous-genre : *Axis*, ou Cerfs à bois ronds, pourvus seulement de deux andouillers, un basilaire et un supérieur. J'y rapporte trois espèces : le *Cervus borbonicus*, Depéret ex Croizet (*C. cylindroceros*, Bravard), forme non décrite, provenant de Bourbon. Par la position surélevée de son andouiller basilaire, muni d'un tubercule saillant du côté interne, cette espèce, de la taille de l'Elaphe, forme une sorte de passage vers la section des *Polycladus*. Le bois, rond et presque lisse, présente vers le haut une inflexion brusque en dedans, au niveau de laquelle naît l'andouiller supérieur. Le *Cervus pardinensis* Croizet (*C. Cros-Rolandi* et *pardinalis*, Brav., Cr. et Job, premier sous-genre, *Pl. IX, fig.* 4 et 5, *Pl. XI, fig.* 3, 4, 5, 6, 7, 8) de Pardines, près Perrier; et le *Cervus Etueriarum*, Croizet, du ravin des Etouaires (Cr. et Job., premier sous-genre, *Pl. III, VI, fig.* 1, *Pl. VI bis, fig.* 1 et 2, *Pl. VII, VIII, Pl. IX, fig.* 1, 2, 3, 6, et *Pl. X*), sont des formes déjà connues. La dernière représente peut-être une race locale plus petite, mais non pas une forme d'âge, du *Cervus issiodorensis*.

» Troisième sous-genre : *Elaphus*, ou véritables Cerfs, pourvus d'un andouiller basilaire au moins, et d'un nombre variable d'andouillers supérieurs. Il en existe deux espèces, d'une taille supérieure à l'Élaphe : *Cervus issiodorensis*, Croizet (*C. triglochiceros*, Brav., Cr. et Job. premier sous-genre, *Pl. I* et *II, fig.* 5 et 17), et le *Cervus Perrieri*, Croizet (Cr. Job. premier sous-genre, *Pl. II, fig.* 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16; *Pl. IV, fig.* 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9; *Pl. V, VI, fig.* 2, 3, 4, 5, et *Pl. VI bis, fig.* 3 et 4), toutes deux de Perrier.

» Quatrième sous-genre : *Capreolus*. — Les Chevreuils ont deux andouillers, l'un médian et antérieur, l'autre postérieur, bifurquant la perche. Des trois espèces d'Auvergne, la plus répandue, le *Cervus Cusanus*, Croizet, de Perrier, de Neschers et d'Ardey (*C. platycerus*, Pomel, non *cusanus C., dichroceros*, Brav., Cr. et Job. deuxième sous genre, *Pl. VIII*), ne diffère du Chevreuil que par un bois plus aplati vers le haut, et moins rugueux. Le *Cervus Neschersensis*, Croizet, forme non décrite et peut-être simple variété de la précédente, s'en distingue par son bois encore plus aplati, et par la position presque basilaire du premier andouiller. Le *Cervus buladensis*, Depéret ex Croiz. (*C. microceros*, Brav.), de Boulade et de Perrier, est re-

marquable par la gracilité de son bois qui est aplati, cannelé, et porte vers le milieu de son bord antérieur un tubercule qui représente l'andouiller médian des Chevreuils.

» La famille des Bovidés apparaît avec une seule espèce, de la section des Bisons, à front légèrement bombé, à cornes divergentes, recourbées en avant, un peu spirales, à membres grêles et allongés. Ses molaires étroites, pourvues d'un collet, ses prémolaires inférieures compliquées, sont comme l'intermédiaire entre les dents des Cerfs et celles des vrais Bœufs. La première et la seconde arrière-molaire inférieure portent sur leur muraille interne une colonnette médiane constante sur les sujets de cette espèce. C'est le *Bos elatus*, Croizet (*Bos elaphus magnus et minor*, Brav. *Bos elatus* et *Bos elaphus*, Pomel), identique au *Bos etruscus*, Falconer, du val d'Arno, comme le pensait déjà M. Rütimeyer. »

CHIRURGIE. — *Sur l'opération du strabisme au moyen de l'avancement capsulaire*. Note de M. L. DE WECKER, présentée par M. Marey.

« Le traitement chirurgical du strabisme consiste actuellement dans des procédés de *reculement* par rapport au centre de la cornée, de l'insertion tendineuse d'un muscle trop puissant, ou dans un *avancement* du tendon détaché d'un muscle trop faible vers ce même centre. Le contrôle ou réglage pour ces procédés nous est fourni par une disposition anatomique particulière des muscles de l'œil, qui possèdent deux insertions au globe oculaire, une *directe* par leur tendon implanté à la sclérotique, une *indirecte* par la capsule fibreuse qui entoure le globe oculaire et à laquelle s'attache le muscle, en la traversant pour s'implanter par son tendon à l'œil.

» Détache-t-on ce tendon, le muscle ne conserve pas moins, grâce à la capsule (à laquelle Tenon a donné son nom), une action notable sur le déplacement du globe oculaire, et il ne lui est pas possible de se rétracter dans l'orbite et de perdre son attache au globe de l'œil, qu'il reprend, suivant le procédé choisi, plus en arrière ou plus en avant, par rapport au centre de la cornée. Le simple détachement du tendon, c'est-à-dire de l'insertion directe d'un muscle du globe oculaire, en conservant le plus possible intacte l'insertion indirecte de la capsule, ne lui retire donc qu'une certaine quantité de son pouvoir, quantité qui, dans nombre de cas, n'est même pas très sensible.

» Il m'a paru qu'on pourrait donc aussi s'attaquer, pour la guérison de certaines formes de strabisme, et surtout pour renforcer le pouvoir muscu-

laire dans les cas d'insuffisance connus sous le nom de *strabisme latent*, non, comme cela a été fait jusqu'à présent, à l'*insertion tendineuse et directe* du muscle, mais à son *insertion indirecte et capsulaire*. En fortifiant cette attache, en la doublant par plissement, on pourrait donner un surcroît de force à des muscles trop faibles et guérir certains cas de strabismes apparents, et principalement le strabisme latent, l'insuffisance musculaire.

» La réussite d'un pareil procédé nous donnerait les avantages suivants :

» 1° De rester strictement dans les principes de la chirurgie conservatrice, en donnant toujours de la force, mais en n'en soustrayant jamais, comme dans le reculement tendineux;

» 2° D'échapper sûrement à toute surcorrection, comme il arrive en affaiblissant trop un muscle qui, dans le courant de la vie, peut devenir alors insuffisant;

» 3° D'éviter tout écart disgracieux de la fente palpébrale, tout enfoncement choquant près du muscle reculé, inconvénients qui peuvent ôter une partie des avantages cosmétiques, même lorsque la position des cornées se trouve parfaitement régulière.

» La justesse de ces raisonnements théoriques, la pratique nous l'a confirmée. Nous avons exécuté l'*avancement capsulaire* par le procédé suivant :

» J'excise au devant du tendon du muscle que je veux renforcer un croissant de conjonctive large de 5^{mm} et haut de 10^{mm}, en plaçant l'excision exactement, de telle façon que l'insertion tendineuse du muscle coupe le milieu du croissant dont la concavité contourne la cornée. Après cette excision, la conjonctive se retire fortement, de manière à mettre largement à jour, sur les côtés du muscle, la capsule de Tenon. On incise alors cette capsule près de l'insertion tendineuse du muscle, et on la dégage au-dessus du muscle et latéralement. Ce dégagement opéré, on suture la capsule en la tirant en avant, par deux sutures placées près des bords inférieur et supérieur de la cornée. La capsule glissant en avant se greffe alors plus près du centre de la cornée. Aussi, pour obtenir l'effet voulu, l'ouverture et le dégagement de la capsule sont-ils indispensables. C'est le degré de dégagement, et la plus ou moins grande quantité de capsule prise dans les sutures, qui nous permettent le réglage de l'effet que l'on veut obtenir. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Du rôle des vaisseaux ligneux dans le mouvement de la sève ascendante.* Note de M. J. VESQUE, présentée par M. Duchartre.

« M. Sachs maintient, en opposition à la théorie atmosphérique, sa théorie d'imbibition, suivant laquelle le courant ascendant de l'eau, provoqué par la transpiration, n'aurait son siège que dans l'épaisseur même des parois des éléments du bois et en vertu de la seule force moléculaire de l'imbibition, *principiellement* distincte, selon lui, de la capillarité. Les parois lignifiées des bois n'exigeraient, pour se saturer, qu'une faible quantité d'eau, mais cette eau, quoique retenue avec une très grande force, serait infiniment mobile et son poids serait détruit par les attractions moléculaires.

» D'après M. Sachs, une des propriétés de cette imbibition consiste en ce qu'il est impossible de pousser de l'eau sous pression à travers la masse imbibée, parce que celle-ci, saturée d'eau dans toutes ses parties, se refuse à en prendre de nouvelles quantités. Sans vouloir insister davantage, en ce moment, sur cette question de Physique, je crois devoir exprimer des doutes sur l'imperméabilité d'un corps imbibé formant diaphragme dans la branche horizontale qui relie deux vases communiquants.

» Partant des idées de M. Sachs, M. Jean Dufour, l'un des savants du laboratoire de Würtzbourg, vient de contester la valeur des expériences de M. Elfving. Voici, en quelques mots, quelles sont ces expériences : un morceau de bois frais est injecté de beurre de cacao fondu à 25°; toutes les cavités cellulaires du bois étant ainsi bouchées par la matière grasse figée, ce bois est devenu imperméable à l'eau sous pression. M. Elfving en conclut que l'eau ne peut pas se mouvoir dans l'épaisseur des parois cellulaires, mais qu'elle passe nécessairement de cellule en cellule.

» M. J. Dufour fait remarquer que, pour s'assurer de l'imperméabilité de ce bois injecté, il aurait fallu soustraire de l'eau à l'une de ses extrémités, au lieu d'essayer d'en faire absorber à l'autre. C'est ce que j'ai réalisé de la manière suivante.

» Des feuilles de Topinambour, des rameaux de la même plante, des rameaux de Troène, de Saule et de Vigne, coupés sous l'eau, sont injectés à la base, et sur une longueur de $0^{m},01$ à $0^{m},02$, de beurre de cacao fondu à 25°. Cette injection se fait spontanément en plongeant la section des

rameaux ou des pétioles dans la matière grasse, par le simple effet de la transpiration. La section qui a été en contact avec le beurre de cacao est ensuite rafraîchie sous l'eau à l'aide d'un rasoir.

» Les feuilles et les rameaux soumis à cette opération se sont tous fanés et desséchés, tandis que les témoins non injectés sont restés frais et vigoureux. Le beurre de cacao n'ayant pénétré que dans les vaisseaux, il est prouvé que ces canaux sont nécessaires pour que l'eau puisse pénétrer dans les rameaux placés dans ces conditions.

» M. J. Dufour a fait une autre série d'expériences en pliant des rameaux de Saule sur eux-mêmes, à angle aigu, de manière que les cavités des vaisseaux et des autres éléments histologiques du bois fussent, sinon oblitérées, du moins rendues imperméables à l'eau sous pression. Il a constaté, ainsi que M. Sachs l'avait fait avant lui, que ces rameaux restent frais et continuent à végéter sans accident.

» Cette expérience n'est pas concluante, parce que les vaisseaux ne sont pas bouchés, et, quand même ils le seraient, cette oblitération ne porte pas sur une assez grande longueur pour que la masse cellulosienne devienne imperméable à l'eau. Je lui oppose l'expérience suivante :

» Un rameau de Saule, tenant à l'arbre, a été écrasé à sa base, sur une longueur de quelques millimètres, entre les mors d'une pince plate. Ce rameau, dont les cavités cellulaires étaient en grande partie oblitérées, s'est immédiatement fané.

» M. Dufour reproche enfin à la théorie atmosphérique de ne pas expliquer l'ascension de l'eau à une hauteur supérieure à 10^m.

» J'accepte cette objection en principe, mais à deux conditions : 1° que nous ne comptions, pour parfaire les 10^m, que les longueurs des index d'eau suspendus dans les éléments ligneux, car l'eau qui recouvre latéralement les parois est maintenue par capillarité et pèse, non sur la colonne suspendue, mais sur le squelette de la plante; 2° que la pression de l'air contenu dans les éléments de la base de la plante ne dépasse pas l'atmosphère.

» En supposant qu'un cinquième seulement de la longueur des éléments ligneux est occupé par de l'eau, on arrive ainsi à la hauteur de 50^m, assurément fort jolie pour un arbre.

» J'ai montré, en outre, que la pression de l'air inclus peut fort bien dépasser la pression atmosphérique; d'un autre côté, nous ne connaissons pas la pression de l'air du sol humide, à la profondeur où se trouvent les extrémités actives des racines. Il est certain que, le sol étant imbibé d'eau,

ces deux causes combinées peuvent amener facilement dans le bois des racines une pression de 2^{atm} et au delà, ce qui nous explique la taille gigantesque du *Sequoia gigantea* et des *Eucalyptus*. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un phénomène de mirage lunaire.* Note de M. **Virlet d'Aoust.**

« J'ai été hier, 11 octobre, vers $10^h 30^m$ du soir, témoin d'un phénomène d'optique extraordinaire. Au lieu d'apercevoir la Lune avec son disque semi-lumineux du premier quartier, j'ai aperçu, à travers une de ces couches légèrement cendrées aériennes qu engendrent d'ordinaire les *halos*, une lune si allongée, qu'elle me parut avoir près de 1^m de longueur. En la regardant plus attentivement, je reconnus que cet allongement était dû à un double disque, en contact avec la partie supérieure du disque réel. Ce phénomène, d'un véritable mirage lunaire, n'a guère duré plus d'une minute un quart. Il disparut progressivement lorsque le nuage qui voilait notre satellite se divisa en deux, suivant une ligne très mince, horizontale, qui, en s'élargissant peu à peu, acquit bientôt une forme discoïdale très allongée, au milieu de laquelle la Lune apparut avec son aspect ordinaire.

» Je n'ai encore vu ce phénomène cité nulle part : j'ai pensé qu'il méritait d'être signalé. »

M. **Bouvin** adresse une Note relative à un système avertisseur des incendies et des vols.

M. A. **Lailler** adresse une nouvelle Note relative à une poudre de lin inaltérable.

M. **Émile Blanchard** présente à l'Académie un Ouvrage intitulé : « Recherches sur le système nerveux des Poissons », par *Emile Baudelot*, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy. Sans entrer dans aucune appréciation du travail qui est imprimé, il croit pouvoir faire mention des circonstances très particulières de sa publication et il s'exprime comme il suit :

« L'auteur est mort depuis plus de huit années; le livre paraît en ce moment. L'Académie avait mis au concours la question relative à la détermination des différentes parties de l'encéphale des Poissons. Un sujet plein d'intérêt, mais aussi plein de difficultés. Poussé à entrer dans la lice, M. Baudelot se mit à l'étude et, dans le délai prescrit, il envoya un Mémoire remarquable à beaucoup d'égards. M. Baudelot n'eut pas le prix; la question n'était pas résolue. Il reçut un témoignage d'estime qui devait

l'encourager. Il se trouva en effet fort encouragé : il s'était épris de son sujet. Comprenant la nécessité, pour parvenir à la constatation rigoureuse de toutes les homologies de l'encéphale des Poissons, d'une étude comparative du système nerveux dans chaque classe d'animaux vertébrés, il accepta l'entreprise avec l'espoir d'obtenir un jour un résultat éclatant. C'eût été l'occupation d'une longue vie; la vie de Baudelot devait être courte. Il mourait le 23 février 1875.

» L'auteur avait exécuté des dessins bien instructifs, des représentations d'une admirable exactitude et d'une perfection vraiment rare. J'engageai la famille à ne point les laisser perdre. Baudelot avait été mon élève, un élève de prédilection que je croyais destiné à un brillant avenir. Mme Baudelot, une femme instruite et de l'esprit le plus distingué, voulant faire honneur à la mémoire de son mari, prit la résolution de publier tout ce qu'elle avait entre les mains de l'œuvre incomplète, mais remplie d'observations neuves. Réunissant les notes manuscrites, les Mémoires et les Notices imprimés, et s'appliquant à les bien coordonner; un ensemble a été livré à l'impression. Elle a fait graver les planches dans les meilleures conditions possibles. Il suffira de regarder le livre pour comprendre qu'aucun genre de sacrifices n'a coûté.

» En offrant aujourd'hui à l'Académie l'Ouvrage du regrettable professeur de la Faculté des Sciences de Nancy, Mme Baudelot accomplit le dernier acte de la tâche qu'elle s'était imposée. »

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

ERRATA.

(Séance du 8 octobre 1883.)

Page 787, lignes 8 et 9, *au lieu de* pouvaient avoir une influence supérieure dans la végétation, influence où ils agissent, *lisez* pouvaient avoir une influence supérieure, dans la végétation, à l'influence....

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 OCTOBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que les obsèques de M. *V. Puiseux*, décédé à Frontenay (Jura) le 9 septembre, auront lieu à Paris le vendredi 26 octobre.

NAVIGATION. — *Navigation fluviale, touage par chaînes sans fin.* Note de M. **Dupuy de Lome.**

« Il vient de se faire sur le Rhône une expérience intéressante d'un système de touage qui me paraît résoudre le problème difficile du transport économique des marchandises sur ce fleuve.

» On sait que ce magnifique cours d'eau, dont le rôle est si bien indiqué pour relier l'intérieur de la France à la mer Méditerranée, n'a été cependant jusqu'à ce jour que très imparfaitement utilisé pour le transport des marchandises. Cela tient aux entraves qu'apportent à la navigation du Rhône des courants torrentiels en plusieurs points, de brusques déplacements de ses fonds de cailloux roulés, enfin le peu de régularité de la

profondeur de ses eaux, malgré son débit considérable. Même à l'étiage, ce débit n'est pas inférieur à 230^{mc} par seconde à la traversée de Lyon, au confluent de la Saône, et il ne descend pas au-dessous de 400^{mc} par seconde quand il a reçu les affluents de l'Isère, de la Drôme, de l'Ardèche et de la Durance.

» Le lit du Rhône s'améliore certainement chaque jour, grâce aux travaux bien entendus qui s'y exécutent sous la direction d'habiles ingénieurs des Ponts et Chaussées; mais, quand ces travaux seront terminés, le Rhône, avec sa différence de niveau de 160^{m} entre Lyon et le port Saint-Louis, sur un parcours de 424^{km}, et avec des pentes partielles bien supérieures à cette pente moyenne, restera encore un fleuve trop rapide, dans plusieurs passages, pour que la navigation à la remonte, par les moyens ordinaires, puisse y devenir aussi économique qu'on doit le désirer.

» Tant que les bateaux, porteurs ou remorqueurs, remontant le Rhône auront des moteurs prenant pour point d'appui l'eau fuyant sur le sol avec une vitesse qui, en plusieurs points, atteint souvent aujourd'hui 4^{m} par seconde, et ne deviendra probablement jamais dans ces passages inférieure à $2^{m},50$ par seconde (9^{km} par heure), il sera nécessaire de munir ces bateaux de trop grandes puissances motrices : telles sont les machines à roues à aubes qu'un habile entrepreneur de navigation fluviale, M. Bonnardel, fait fonctionner sur ce fleuve avec tant de persévérance, malgré la concurrence du chemin de fer.

» Nonobstant ce succès relatif, il y a le plus grand intérêt à prendre le point d'appui d'un remorqueur à la remonte du Rhône, sur le fond ou sur les rives du fleuve.

» Le touage au moyen d'une chaîne élongée sur le lit du Rhône, d'un bout à l'autre de son long parcours, rencontrerait des obstacles presque insurmontables, provenant de la mobilité du fond où cette chaîne serait trop souvent engagée sous des amas de graviers.

» En outre, lors même qu'on trouverait moyen de vaincre cette grosse difficulté, la force nécessaire à cette chaîne pour haler un convoi de bateaux à la remonte, contre un courant si rapide, devrait être nécessairement bien plus considérable que sur les fleuves à courant modéré. Par exemple, pour une même vitesse de remonte, il faudrait lui donner au moins dix fois plus de force qu'à celle employée avec succès sur la Seine.

Il faudrait donc, dès le début d'une entreprise de halage par chaîne noyée dans le Rhône, immobiliser un capital hors de proportion avec le trafic qu'on pourrait espérer dans les premières années.

» En dehors du halage par chevaux ou mulets, un seul système de touage fonctionne aujourd'hui sur le Rhône : c'est celui des remorqueurs à grappins. Ce système consiste dans l'emploi d'une lourde roue portée à l'extrémité inférieure d'un balancier oblique articulé sur le bateau toueur, ce qui permet à cette roue de s'appliquer sur le fond, en montant ou descendant suivant la profondeur de l'eau. Cette roue agit ainsi sur le lit du fleuve au moyen de grandes et fortes dents en acier qui s'accrochent au sol, en le labourant parfois profondément. Mais, dès que le lit du fleuve est trop mou, trop dur ou trop profond, cette roue-grappin fonctionne mal et donne lieu à des embarras nombreux, ainsi qu'à de fréquentes avaries. Ces inconvénients, joints à la perte considérable sur le travail moteur employé en grande partie à labourer le fond, empêchent l'usage de ces grappins de se développer.

» Depuis bien des années, j'avais exprimé la conviction que le procédé de touage le plus pratique sur le Rhône serait le touage par chaîne sans fin.

» Dans ce système, on n'a à se préoccuper de la nature du fond qu'au point de vue du coefficient de l'adhérence de la chaîne sur le sol, adhérence qui sert de point d'appui. Les profondeurs peuvent varier dans de larges limites. L'usure de la chaîne est une dépense qui n'est pas relativement considérable; enfin le capital à immobiliser peut se proportionner au trafic existant et s'accroître seulement lorsqu'on est conduit à multiplier le nombre des remorqueurs.

» En présence de ces avantages, dont l'évidence est frappante, il y avait lieu de s'étonner de ce que ce mode de touage, proposé depuis longtemps par diverses personnes, n'ait jamais été sérieusement employé. On pouvait se demander si quelques graves inconvénients, inhérents à l'idée elle-même, avaient arrêté les auteurs de ces projets.

» Ma conviction était que leur abandon devait surtout tenir à un défaut d'étude suffisante pour les détails d'installation sans la solution desquels le problème n'est pas résolu.

» Les dispositions générales que je préconisais consistent dans l'emploi d'un toueur muni de l'avant à l'arrière, sur chacun de ses flancs, d'une chaîne sans fin, suffisamment lourde, plongeant dans l'eau à l'avant, reposant sur le fond et remontant à l'arrière, soutenue alors dans toute sa partie supérieure sur des rouleaux portés par le bateau, les deux rouleaux extrêmes étant placés en saillie, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière. En faisant tourner par la machine un des rouleaux de soutien, muni à cet effet d'empreintes de cabestan, on fait mouvoir la chaîne que le poids de sa partie

portant sur le fond empêche de glisser, et le toueur se meut avec une vitesse égale au mouvement de ses chaînes. Celle de chaque bord étant actionnée par une machine indépendante, on gouverne en faisant mouvoir plus ou moins vite l'une ou l'autre. Les chaînes doivent d'ailleurs être disposées de façon que, pour les plus grandes profondeurs, le poids reposant sur le sol détermine une adhérence supérieure à l'effort à vaincre pour le remorquage du toueur et de son convoi.

» Mon ancien collaborateur au Ministère de la Marine, M. Zédé, Directeur des constructions navales, qui partageait toutes mes idées à cet égard, me proposa dernièrement de reprendre l'étude de cette question et de faire une expérience sur une échelle assez large pour mettre hors de doute la valeur du système. C'est de cette expérience, qui a pleinement réussi, que j'ai cru utile d'entretenir l'Académie aussi brièvement que possible.

» L'appareil d'étude de propulsion par chaîne sans fin qu'il s'agissait d'expérimenter a été établi sur un de ces chalands connus sur le Rhône sous le nom de *pénelles;* ses dimensions étaient : longueur 33^m, largeur $7^m,50$, creux $2^m,10$.

» Sur les flancs, de bout en bout, ont été disposées, dans les conditions exposées ci-dessus, deux fortes chaînes de navires pesant 46^{kg} le mètre courant. Chacune d'elles était actionnée par une locomobile de la force de 15 chevaux, les deux machines étant complètement indépendantes, mais les leviers des robinets de vapeur étant disposés de façon à pouvoir être manœuvrés simultanément par un seul homme. L'installation des rouleaux de support, l'engrenage de la roue à empreintes, enfin tous les détails, avaient été soigneusement étudiés.

» Un premier essai fait en rade de Port-de-Bouc, en eau calme, mais avec des profondeurs très variables, démontra tout d'abord qu'au moyen des chaînes on faisait gouverner la pénelle avec la plus grande facilité et la précision la plus absolue. Dès qu'on donnait à une des chaînes un peu plus de vitesse qu'à l'autre, la pénelle abattait immédiatement du côté du ralentissement, se redressait à volonté, enfin suivait avec une docilité parfaite le tracé le plus sinueux.

» Mais, dans les évolutions à court rayon, la direction des chaînes étant alors trop oblique par rapport aux rouleaux extrêmes, ces chaînes eussent été exposées à décapeler; aussi, pour empêcher cet effet de se produire, avait-on disposé des rouleaux horizontaux formant guides pour les bouts des chaînes montant et descendant.

» Passant alors sur le Rhône, on a reconnu, en abordant les grands

courants, combien était indispensable aussi une autre disposition, qui avait été prise à l'avance, à l'effet de régler suivant la profondeur du fond la longueur de la partie de la chaîne immergée.

» En effet, si cette longueur est trop courte, la chaîne ne porte plus assez sur le lit du fleuve et elle glisse; si elle est trop longue, elle forme des paquets sur le sol en redescendant à l'avant, et, par suite, lorsqu'on veut gouverner, le bateau est bien tenu à l'arrière par des chaînes tendues, mais, à l'avant, la longueur de chaîne en excès produit des abattées exagérées sur le bateau pris obliquement par le courant.

» Dans cette prévision, voulant pouvoir régler la chaîne, on avait placé les deux rouleaux de l'avant sur un chariot mobile à volonté pour les éloigner ou les rapprocher des rouleaux de l'arrière. Ces déplacements étaient d'ailleurs assez restreints; car, ainsi qu'on s'en rend compte facilement, il suffit, pour compenser la différence de profondeur, d'un mouvement du chariot moitié de cette différence.

» La longueur de la chaîne et la course du chariot avaient été réglées de façon à pouvoir naviguer par des profondeurs variant de 1^m à $6^m,50$.

» Des essais préliminaires avaient permis de se rendre compte de la valeur de la résistance à la marche de la pénelle, avec telle vitesse contre tels ou tels courants; d'autres expériences avaient montré que le coefficient de frottement des chaînes sur le fond variait, suivant la nature de ce fond, de 83 à 120 pour 100 du poids de la chaîne dans l'air. On avait donc pu calculer quelles étaient la vitesse des courants ainsi que la pente des eaux à la surface du fleuve, que le bateau devait pouvoir remonter avec sa vitesse normale, fixée à 4^{km} par heure. On avait ainsi reconnu que, pour un courant de 3^m par seconde et une pente de $0^m,70$ à $0^m,80$ par kilomètre, les chaînes ne devaient pas encore glisser sur le fond.

» L'expérience a pleinement confirmé l'exactitude de ces calculs. En abordant des courants de plus en plus forts, on a atteint et franchi facilement un passage où la vitesse de l'eau dépassait 3^m et où la pente était de $0^m,73$ par kilomètre, avec des fonds variant brusquement de $6^m,50$ à $1^m,50$. On s'arrêtait à volonté au milieu de ce courant violent, on repartait sans difficulté, gouvernant avec la plus rigoureuse précision. Un des habiles pilotes du Rhône qui dirigeait le bateau, et qui n'avait pas caché d'abord son peu de foi dans le mode de traction en expérience, est resté étonné des résultats et a été ensuite le plus enthousiaste des assistants. Il s'est montré frappé surtout de la sécurité absolue que présentait le nouveau procédé dans les rapides, pour la traversée desquels on éprouve les

plus vives préoccupations, avec les bateaux actuels, la moindre avarie de machine ou le moindre faux coup de barre pouvant les compromettre.

» Ces résultats sont la conséquence des importantes dispositions de détail qui ont été prises, notamment :

» 1° L'emploi de deux chaînes sans fin latérales, actionnées par des machines indépendantes, maniées par un seul homme qui s'en sert ainsi pour gouverner;

» 2° L'emploi de chaînes d'une longueur et d'un poids par mètre bien calculé en vue de la force de traction à opérer;

» 3° Les rouleaux directeurs empêchant les bouts montant et descendant de la chaîne sans fin de décapeler de leurs rouleaux de support arrière et avant lors des évolutions dans les courts rayons;

» 4° Le moyen d'embrayer le mou de la chaîne sans fin quand la profondeur de l'eau diminue et d'accroître la longueur de la partie immergée quand la profondeur d'eau augmente.

» L'ensemble de ces détails est d'une importance capitale : c'est à eux que j'attribue sans hésitation le succès de l'expérience actuelle.

» C'est probablement par l'absence de ces solutions que l'on doit s'expliquer l'état de stérilité dans lequel était restée l'idée du touage par chaîne sans fin présentée il y a plus de quarante ans.

» Le problème de l'application de ce mode de touage paraît maintenant résolu sur le plus difficile des fleuves, sur le Rhône, et par conséquent, *a fortiori*, sur les autres fleuves à courant modéré.

» Il y a là d'intéressantes applications à faire pour les transports par eau à petite vitesse, avec une économie qui permettra de mettre en mouvement bien des éléments de richesses agricoles et industrielles aujourd'hui immobilisés, en raison du rapport trop élevé de leur poids à leur valeur. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Note sur une formule de Hansen;* par M. F. TISSERAND.

DEUXIÈME PARTIE (1).

« J'étais arrivé antérieurement (voir *Annales de l'Observatoire*, t. XV) au résultat suivant :

---

(1) Voir *Comptes rendus*, même Tome, p. 815.

» Si l'on pose

$$z = \cos V = \mu \cos x + \nu \cos y,$$

$$(a) \qquad \frac{\sin(n+1)V}{\sin V} = 4\Sigma R_{i,j}^{(n)} \cos ix \cos jy,$$

on a l'expression suivante pour $R_{i,j}^{(n)}$:

$$(b) \qquad R_{i,j}^{(n)} = c_{i,j}^{(n)} \mu^i \nu^j F^2\left(\frac{i+j-n}{2}, \frac{i+j+n}{2}+1, j+1, \nu\right),$$

où l'on a

$$c_{i,j}^{(n)} = \frac{\Pi\left(\frac{n+i+j}{2}\right)\Pi\left(\frac{n-i+j}{2}\right)}{\Pi\left(\frac{n+i-j}{2}\right)\Pi\left(\frac{n-i-j}{2}\right)[\Pi(j)]^2}.$$

» Nous venons de voir que, en désignant par $P^{(n)}(z)$ le polynôme de Legendre, on a, en donnant à z la même valeur,

$$z = \mu \cos x + \nu \cos y,$$

$$(a') \qquad P^{(n)}(z) = 4\Sigma A_{i,j}^{(n)} \cos ix \cos jy,$$

$$(b') \qquad A_{i,j}^{(n)} = k_{i,j}^{(n)} \mu^i \nu^j F(i+j-n, i+j+n+1, 2j+1, \nu).$$

L'analogie des formules (a) et (b) avec (a') et (b') est manifeste.

» Pour la mettre mieux en évidence, remarquons que l'on tire de (b)

$$R_{2i,2j}^{(2n)} = c_{2i,2j}^{(2n)} \mu^{2i} \nu^{2j} F^2(i+j-n, i+j+n+1, 2j+1, \nu).$$

En comparant cette formule avec (b'), on trouve

$$R_{2i,2j}^{(2n)} = \frac{c_{2i,2j}^{(2n)}}{[k_{i,j}^{(n)}]^2}[A_{i,j}^{(n)}]^2.$$

Ainsi donc le coefficient de $\cos 2ix \cos 2jy$, dans la fonction

$$\frac{\sin(2n+1)V}{\sin V} = \frac{\sin[(2n+1)\operatorname{arc}\cos z]}{\sqrt{1-z^2}},$$

est, à un facteur constant près, le carré du coefficient de $\cos ix \cos jy$, dans la fonction $P^{(n)}(z)$, quand on remplace, dans l'une et l'autre de ces fonctions, z par

$$\mu \cos x + \nu \cos y = \cos^2\frac{J}{2}\cos x + \sin^2\frac{J}{2}\cos y.$$

La raison de cette analogie peut être cherchée dans le rapprochement suivant :

» Si l'on pose

$$Z^{(n)} = \frac{\sin(n+1)V}{\sin V},$$

où $\cos V = z$, on a, en supposant $\theta < 1$,

$$\frac{1}{1 - 2\theta z + \theta^2} = \sum_0^\infty \theta^n Z^{(n)},$$

$$\frac{1}{\sqrt{1 - 2\theta z + \theta^2}} = \sum_0^\infty \theta^n P^{(n)}.$$

Ainsi la fonction $\frac{1}{1 - 2\theta z + \theta^2}$, qui donne naissance aux polynômes $Z^{(n)}$, est le carré de la fonction $\frac{1}{\sqrt{1 - 2\theta z + \theta^2}}$, d'où sortent les polynômes $P^{(n)}$.

» On se trouve naturellement conduit à la question suivante :

» Considérons les fonctions $P^{(n)}(p, z)$ définies par cette équation

$$(17) \qquad \frac{1}{(1 - 2\theta z + \theta^2)^{\frac{p-1}{2}}} = \sum_0^\infty \theta^n P^{(n)}(p, z),$$

dans laquelle p désigne un nombre entier égal à 2 ou plus grand que 2. Il faudrait trouver une formule générale donnant le développement du polynôme $P^{(n)}(p, z)$, suivant les cosinus des multiples de x et y, quand on pose

$$z = \mu \cos x + \nu \cos y.$$

Ces polynômes sont ceux que M. Heine a nommés *fonctions sphériques d'ordres supérieurs.*

» Pour $p = 2$, on a $P^{(n)}(2, z) = P^{(n)}(z)$;

» Pour $p = 3$, on a $P^{(n)}(3, z) = Z^{(n)}$.

On voit, par ce qui précède, que le problème est résolu complètement pour ces deux valeurs de p.

» La question générale paraît assez difficile; je ne suis arrivé à la résoudre que dans un cas particulier. Dans l'espoir de provoquer de nouvelles recherches sur ce sujet intéressant, je vais faire connaître le résultat auquel je suis parvenu.

» Je suppose $p = 2q + 3$, où q est un entier positif. La formule (17) donne

$$(18) \qquad \frac{1}{(1 - 2\theta z + \theta^2)^{q+1}} = \sum_0^\infty \theta^n P^{(n)}(2q + 3, z).$$

On en tire aisément l'expression suivante :

$$(19)\quad \left\{ \begin{aligned} \mathrm{P}^{(n)}(2q+3,z) = 2^n \frac{\Pi(n+q)}{\Pi(n)\Pi(q)} \Big[z^n - \frac{n(n-1)}{(2n+2q)} z^{n-2} \\ + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{2.4(2n+2q)(2n+2q-2)} z^{n-4} - \ldots \Big]. \end{aligned} \right.$$

» Je suis arrivé à trouver le coefficient $\mathrm{B}_{i,i}^{(2n,q)}$ de $4\cos ix \cos iy$, dans $\mathrm{P}^{(2n)}(2q+3,z)$, sous la forme suivante :

$$(20)\qquad \mathrm{B}_{i,i}^{(2n,q)} = \frac{\Pi(n+q)\Pi(n+q+i)(\mu\nu)^i}{\Pi(n)\Pi(q)\Pi(q+i)\Pi(i)\Pi(n-i)} \mathrm{F}(\alpha, \beta, \gamma; \delta, \varepsilon, \sin^2 \mathrm{J}),$$

où F désigne un polynôme hypergéométrique du second ordre, dont les éléments ont pour valeurs

$$\alpha = i - n, \qquad \delta = 2i + 1,$$
$$\beta = i + \tfrac{1}{2}, \qquad \varepsilon = i + q + 1.$$
$$\gamma = i + n + q + 1,$$

» Je vais indiquer rapidement comment je suis arrivé à la formule (19). On démontre sans peine que le coefficient de $4\cos ix \cos iy$ dans le développement de

$$z^{2m+2i} = (\mu \cos x + \nu \cos y)^{2m+2i}$$

est

$$(21)\quad \mathrm{D}^{(m)} = \frac{1}{2^{2m+2i}} \frac{\Pi(2m+2i)}{\Pi(i)\Pi(m)\Pi(m+i)} (\mu\nu)^i \mathrm{F}\left(-m,\ i+\frac{1}{2},\ 2i+1,\ \sin^2 \mathrm{J}\right).$$

La formule (19) donne

$$\begin{aligned} \mathrm{P}^{(2n)}(2q+3,z) = 2^{2n} \frac{\Pi(q+2n)}{\Pi(2n)\Pi(q)} \Big[z^{2n} - \frac{2n(2n-1)}{2(4n+2q)} z^{2n-2} \\ + \frac{2n(2n-1)(2n-2)(2n-3)}{2.4(4n+2q)(4n+2q-2)} z^{2n-4} - \ldots \Big], \end{aligned}$$

d'où l'on tire

$$\begin{aligned} \mathrm{B}_{i,i}^{(2n,q)} = 2^{2n} \frac{\Pi(2n+q)}{\Pi(2n)\Pi(q)} \Big[\mathrm{D}^{(n-i)} - \frac{2n(2n-1)}{2(4n+2q)} \mathrm{D}^{(n-i-1)} \\ + \frac{2n(2n-1)(2n-2)(2n-3)}{2.4(4n+2q)(4n+2q-2)} \mathrm{D}^{(n-i-2)} - \ldots \Big]. \end{aligned}$$

En remplaçant les D par leurs valeurs (21), il vient, après quelques réductions,

$$(22)\qquad \mathrm{B}_{i,i}^{(2n,q)} = (\mu\nu)^i \frac{\Pi(2n+q)}{\Pi(q)\Pi(i)\Pi(n)\Pi(n-i)} \Phi,$$

avec cette expression de Φ,

$$(23)\quad \left\{ \begin{aligned} \Phi &= F(i-n) - \frac{n}{1}\frac{n-i}{2n+q}F(i-n+1) \\ &\quad + \frac{n(n-1)}{1.2}\frac{(n-i)(n-i-1)}{(2n+q)(2n+q-1)}F(i-n+2) - \ldots. \end{aligned} \right.$$

» Dans tous les polynômes hypergéométriques qui figurent au second membre, on a omis, pour abréger, le second élément $i+\frac{1}{2}$, et le troisième $2i+1$, qui sont les mêmes partout, ainsi que la variable, qui est $\sin^2 J$; la série de ces polynômes se terminera d'elle-même par les facteurs $n-i$, $n-i-1, \ldots$. On arrive à trouver une expression condensée pour Φ, au moyen du théorème suivant :

» *Soient α un nombre entier négatif, β, γ, f et g des quantités quelconques ; on a*

$$(24)\quad \left\{ \begin{aligned} & F(\alpha,\beta,\gamma,x) + \frac{\alpha}{1}\frac{f}{g}F(\alpha+1,\beta,\gamma,x) \\ & \quad + \frac{\alpha(\alpha+1)}{1.2}\frac{f(f+1)}{g(g+1)}F(\alpha+2,\beta,\gamma,x) + \ldots \\ & = \frac{(g-f)(g-f+1)\ldots(g-f-\alpha-1)}{g(g+1)\ldots(g-\alpha-1)}F(\alpha,\beta,\alpha+1-g;\gamma,\alpha+1+f-g,x), \end{aligned} \right.$$

où la somme des polynômes hypergéométriques du premier membre, qui sont du premier ordre, se trouve ainsi exprimée au moyen d'un polynôme hypergéométrique du second ordre.

» Si l'on fait

$$\alpha = i-n,\quad f=-n,$$
$$\beta = i+\tfrac{1}{2},\quad g=-2n-q,$$
$$\gamma = 2i+1;$$

Φ sera égal au premier membre de l'équation (24); on trouvera donc

$$\Phi = \frac{(n+q)(n+q-1)\ldots(q+i+1)}{(2n+q)(2n+q-1)\ldots(n+q+i+1)} \times F(i-n,\ i+\tfrac{1}{2},\ n+i+q+1;\ 2i+1,\ i+q+1,\ \sin^2 J);$$

en portant cette valeur de Φ dans (22), on obtient la formule cherchée (20).

» Démontrons l'égalité (24); si nous représentons son premier membre par Ψ, et si nous développons les polynômes F suivant les puissances de x,

nous trouverons

$$\Psi = 1 + \frac{\alpha}{1}\frac{f}{g} + \frac{\alpha(\alpha+1)}{1.2}\frac{f(f+1)}{g(g+1)} + \frac{\alpha(\alpha+1)(\alpha+2)}{1.2.3}\frac{f(f+1)(f+2)}{g(g+1)(g+2)} + \ldots$$
$$+ \frac{\alpha}{1}\frac{\beta}{\gamma}x\left[1 + \frac{\alpha+1}{1}\frac{f}{g} + \frac{(\alpha+1)(\alpha+2)}{2.1}\frac{f(f+1)}{g(g+1)} + \ldots\right]$$
$$+ \frac{\alpha(\alpha+1)}{1.2}\frac{\beta(\beta+1)}{\gamma(\gamma+1)}x^2\left[1 + \frac{\alpha+2}{1}\frac{f}{g}\frac{(\alpha+2)(\alpha+3)}{1.2}\frac{f(f+1)}{g(g+1)} + \ldots\right]$$
$$+ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

ou bien, en posant

$$\lambda(\alpha, f, g) = 1 + \frac{\alpha}{1}\frac{f}{g} + \frac{\alpha(\alpha+1)}{1.2}\frac{f(f+1)}{g(g+1)} + \ldots, \tag{25}$$

$$\left\{\begin{aligned} \Psi &= \lambda(\alpha, f, g) + \frac{\alpha}{1}\frac{\beta}{\gamma}x\lambda(\alpha+1, f, g) \\ &\quad + \frac{\alpha(\alpha+1)}{1.2}\frac{\beta(\beta+1)}{\gamma(\gamma+1)}x^2\lambda(\alpha+2, f, g) + \ldots. \end{aligned}\right. \tag{26}$$

» On verra, dans un moment, que l'on a

$$\lambda(\alpha, f, g) = \frac{(g-f)(g-f+1)\ldots(g-f-\alpha-1)}{g(g+1)\ldots(g-\alpha-1)}. \tag{27}$$

» En substituant dans (26), on trouve

$$\Psi = \frac{(g-f)(g-f+1)\ldots(g-f-\alpha-1)}{g(g+1)\ldots(g-\alpha-1)}$$
$$\times\left[1 + \frac{\alpha}{1}\frac{\beta}{\gamma}\frac{\alpha+1-g}{\alpha+1+f-g}x\right.$$
$$\left. + \frac{\alpha(\alpha+1)}{1.2}\frac{\beta(\beta+1)}{\gamma(\gamma+1)}\frac{(\alpha+1-g)(\alpha+2-g)}{(\alpha+1+f-g)(\alpha+2+f-g)}x^2 + \ldots\right]$$

» La formule (14) est donc démontrée. Reste à démontrer la formule (27); en donnant à α dans (25) les valeurs -1, -2, -3, on trouve

$$\lambda(-1, f, g) = \frac{g-f}{g},$$
$$\lambda(-2, f, g) = \frac{(g-f)(g-f+1)}{g(g+1)},$$
$$\lambda(-3, f, g) = \frac{(g-f)(g-f+1)(g-f+2)}{g(g+1)(g+2)}.$$

On tire du reste de l'équation (25)

$$\lambda(\alpha, f, g) = \lambda(\alpha+1, f, g) - \frac{f}{g}\lambda(\alpha+1, f+1, g+1).$$

» On en conclut aisément que si l'égalité (27) a lieu pour $\alpha = -\alpha'$, elle aura lieu encore pour $\alpha = -\alpha' - 1$; or cette égalité est vérifiée pour $\alpha = -2$: donc elle est générale.

» La démonstration du théorème exprimé par l'équation (24) suppose toutefois qu'aucune des quantités $f, f+1, \ldots, f-\alpha-1$; $g, g+1, \ldots, g-\alpha-1$; $g-f, g-f+1, \ldots, g-f-\alpha-1$ n'est nulle ; cela a bien lieu dans le cas où nous avons appliqué le théorème. Nous ferons, en terminant, la remarque suivante :

» En appliquant la formule (20) au cas de $q = 0$, on trouve

$$B_{i,i}^{(2n,0)} = \frac{\Pi(n+i)}{[\Pi(i)]^2\Pi(n-i)}(\mu\nu)^i F(i-n,\ i+\tfrac{1}{2},\ i+n+1;\ 2i+1,\ i+1,\ \sin^2 J);$$

d'autre part, la formule (b) donne, en y remplaçant n par $2n$ et j par i,

$$B_{i,i}^{(2n,0)} = \frac{\Pi(n+i)}{[\Pi(i)]^2\Pi(n-i)}(\mu\nu)^i F^2\left(i-n,\ i+n+1,\ i+1,\ \sin^2\frac{J}{2}\right).$$

On en conclut

$$F^2\left(i-n,\ i+n+1,\ i+1,\ \sin^2\frac{J}{2}\right)$$
$$= F(i-n,\ i+\tfrac{1}{2},\ i+n+1;\ 2i+1,\ i+1,\ \sin^2 J)$$

ou bien, en posant

$$i-n = \alpha;\quad i+n+1 = \beta;\quad \sin^2 J = x,$$

$$F^2\left(\alpha,\ \beta,\ \frac{\alpha+\beta+1}{2},\ \frac{1-\sqrt{1-x}}{2}\right) = F\left(\alpha,\ \beta,\ \frac{\alpha+\beta}{2};\ \alpha+\beta,\ \frac{\alpha+\beta+1}{2},\ x\right).$$

Or on voit facilement que l'on a

$$F\left(\alpha,\ \beta,\ \frac{\alpha+\beta+1}{2},\ \frac{1-\sqrt{1-x}}{2}\right) = F\left(\frac{\alpha}{2},\ \frac{\beta}{2},\ \frac{\alpha+\beta+1}{2},\ x\right);$$

il en résulte donc cette égalité,

$$F^2\left(\frac{\alpha}{2},\ \frac{\beta}{2},\ \frac{\alpha+\beta+1}{2},\ x\right) = F\left(\alpha,\ \beta,\ \frac{\alpha+\beta}{2};\ \alpha+\beta,\ \frac{\alpha+\beta+1}{2},\ x\right).$$

» On retrouve ainsi un théorème connu, dû à Clausen (*Journal de Crelle*, t. 3). »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉCONOMIE RURALE. — *Désinfection des végétaux d'ornement destinés au commerce d'exportation*. Note de M. LAUGIER.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les essais de désinfection des végétaux d'ornement destinés au commerce d'exportation, entrepris à la station agronomique de Nice, dès le mois de décembre 1882, de concert avec M. le Dr Kœnig, directeur de la station agronomique d'Asti, membre de la Commission supérieure italienne du Phylloxera, viennent d'être renouvelés dans le courant de septembre 1883, sur des végétaux de serre tempérée ou de pleine terre sous le climat de la zone de l'oranger. Ces nouveaux essais, effectués sur des plantes en pleine végétation, ont donné, comme les premiers, des résultats très favorables.

» Les végétaux soumis aux essais ne paraissent, en général, avoir éprouvé aucune souffrance ni aucun arrêt dans leur évolution. Comme pour les premiers essais, nous avons employé, pour la désinfection des feuilles et des rameaux, l'acide cyanhydrique gazeux, proposé par M. le Dr Kœnig, et, pour la désinfection des racines et de la terre qui les enveloppe, des solutions étendues de sulfocarbonate de potassium que j'avais proposées.

» Quelques essais pour la désinfection des racines ont été effectués avec une émulsion aqueuse de sulfocarbonate d'éthyle, proposée par M. le Dr Kœnig. En même temps, des essais de contrôle ont été faits avec des fragments de racines de vignes phylloxérées. Dans ces essais de contrôle, les Phylloxeras et leurs œufs ont été détruits sans exception, bien que le temps pendant lequel les racines phylloxérées avaient été maintenues, soit dans l'atmosphère gazeuse liquide, soit dans les solutions insecticides, fût beaucoup plus court que la durée d'immersion des végétaux soumis aux essais. Les fragments de racines phylloxérées, pour les essais de contrôle avec les solutions insecticides, étaient d'ailleurs placés dans les mêmes conditions que les racines des plantes mises en expérience, c'est-à-dire introduits dans un tube en toile métallique, enfoncé quelque temps à l'avance dans la terre de vases semblables, comme dimensions, à ceux qui contenaient les végétaux destinés aux essais. Des fragments de racines phylloxérées,

conservés dans les mêmes conditions, comme témoins, permettaient de contrôler les résultats des expériences.

» Ces expériences, qui présentent, croyons-nous, un très grand intérêt pour les horticulteurs et, en particulier, ceux des Alpes-Maritimes, pourront prochainement, grâce aux encouragements que M. le Ministre de l'Agriculture et l'Académie ont bien voulu nous accorder, être poursuivis sur une plus grande échelle et étendus aux végétaux de serre chaude. Nous aurons l'honneur de soumettre à l'Académie un Rapport détaillé sur les résultats obtenus.

» Mais, dès à présent, il nous sera permis de rendre un hommage mérité au zèle et à l'intelligence avec lesquels M. le Dr Kœnig a rempli, à Nice, la mission, si importante au point de vue de l'horticulture, dont l'heureuse initiative est due à l'administration supérieure de l'Agriculture d'Italie. »

M. **Piarron de Mondésir** adresse l'énoncé d'un problème pour la solution duquel les équations générales de la Mécanique lui paraissent insuffisantes.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. G. **Cabanellas** adresse la démonstration d'un théorème d'électricité qu'il énonce comme il suit : « Dans tout système en équilibre dynamique, la somme algébrique des produits respectifs des différences des potentiels par les courants est égale à zéro ».

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Cornu.)

M. L. **Pilleux** adresse deux nouvelles Notes concernant la loi de Gay-Lussac et la théorie moléculaire.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. **Pel**, M. J. **Guinot** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. Sappey prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques théorèmes arithmétiques*. Note de M. Stieltjes. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Soit $f(n)$ le nombre des solutions de l'équation

$$n = x^2 + y^2;$$

lorsque n est impair on a, comme on sait,

$$f(2n) = f(n);$$

cela étant, vous trouverez, pour $n = 4t + 1$,

$$f(2.1) + f(2.5) + \ldots + f(2.n)$$
$$= 8\left[E\left(\frac{n-1}{4}\right) - E\left(\frac{n-3^2}{3.4}\right) + E\left(\frac{n-5^2}{5.4}\right) - \ldots\right] + 4\cos^2\frac{(\mu-1)\pi}{4},$$

μ étant l'entier impair immédiatement au-dessous de $\sqrt{n}$ ou égal à $\sqrt{n}$.

» On a aussi, en supposant $n = 8t + 1$,

$$f(1) + f(9) + f(17) + \ldots + f(n)$$
$$= 8\left[E\left(\frac{n-1}{8}\right) - E\left(\frac{n-3^2}{3.8}\right) + E\left(\frac{n-5^2}{5.8}\right) - \ldots\right] + 4\cos^2\frac{(\mu-1)\pi}{4},$$

μ étant l'entier impair immédiatement au-dessous de $\sqrt{n}$ ou égal à $\sqrt{n}$, et encore, pour $n = 8t + 5$,

$$f(5) + f(13) + f(21) + \ldots + f(n)$$
$$= 8\left[E\left(\frac{n-1.5}{6}\right) - E\left(\frac{n-3.7}{3.8}\right) + E\left(\frac{n-5.9}{5.8}\right) - \ldots + \sin^2\frac{k\pi}{2},\right.$$

où

$$k = E\left(\frac{\sqrt{n+4}-1}{2}\right).$$

» Soit en second lieu $\varphi(x)$ la somme des diviseurs impairs de x, j'obtiens

$$\begin{aligned}&\varphi(1)+\varphi(5)+\ldots+\varphi(4n+1)\\&\quad=2\sum \mathrm{E}^2\left(\frac{n-k^2+k+1}{2k+1}\right)+4\sum k\,\mathrm{E}\left(\frac{n-k^2+k+1}{2k+1}\right)-\lambda^2,\end{aligned}$$

où

$$\lambda=\mathrm{E}\left(\frac{\sqrt{4n+1}+1}{2}\right),\quad k=0,1,2,3,\ldots.$$

» En écrivant ceci, je crois voir que cette formule rentrera dans la vôtre à l'aide de la relation

$$\mathrm{E}^2\left(\frac{n-k^2+k+1}{2k+1}\right)+2k\mathrm{E}\left(\frac{n-k^2+k+1}{2k+1}\right)=\mathrm{E}^2\left(\frac{n+k^2+2k+1}{2k+1}\right)-k^2.$$

» On peut écrire encore

$$\begin{aligned}&\varphi(1)+\varphi(5)+\ldots+\varphi(n)\\&\quad=2\sum \mathrm{E}^2\left(\frac{n-r^2}{4r}\right)+4\sum\frac{r+1}{2}\mathrm{E}\left(\frac{n-r^2}{4r}\right)+\mathrm{E}^2\left(\frac{\sqrt{n}+1}{2}\right),\\&\qquad r=1,3,5,7,\ldots.\end{aligned}$$

» J'obtiens encore

$$\begin{aligned}&\varphi(1)+\varphi(3)+\varphi(5)+\ldots+\varphi(2n-1)\\&\quad=\sum \mathrm{E}^2\left(\frac{n-2k^2}{2k+1}\right)+\sum(4k+1)\,\mathrm{E}\left(\frac{n-2k^2}{2k+1}\right)-\mathrm{E}^2\left(\frac{\sqrt{2n-1}+1}{2}\right),\\&\qquad k=0,1,2,3,\ldots,\end{aligned}$$

» On a enfin

$$\varphi(1)+\varphi(2)+\ldots+\varphi(n)=\mathrm{E}\left(\frac{n}{1}\right)+3\mathrm{E}\left(\frac{n}{3}\right)+5\mathrm{E}\left(\frac{n}{5}\right)+\ldots,$$

puis, au moyen d'une transformation analogue à celle que vous avez faite de la somme

$$\mathrm{E}\left(\frac{n}{1}\right)-\mathrm{E}\left(\frac{n}{3}\right)+\ldots,$$

on trouve

$$\varphi(1)+\varphi(2)+\ldots+\varphi(n)=S+S_1-\lambda^3$$

en posant

$$\begin{aligned}S&=\mathrm{E}\left(\frac{n}{1}\right)+3\mathrm{E}\frac{n}{3}+\ldots+(2\lambda-1)\mathrm{E}\left(\frac{n}{2\lambda-1}\right),\\S_1&=\mathrm{E}^2\left(\frac{n+1}{2}\right)+\mathrm{E}^2\left(\frac{n+2}{4}\right)+\ldots+\mathrm{E}^2\left(\frac{n+\lambda}{2\lambda}\right),\\\lambda&=\mathrm{E}\left(\frac{\sqrt{8n+1}+1}{2}\right).\end{aligned}$$

» Je me suis aussi occupé de la fonction $F(n)$, exprimant le nombre des représentations de n, par la forme $x^2 + 2y^2$. La considération de la série

$$\sum_{-\infty}^{+\infty}{}_k \sum_{-\infty}^{+\infty}{}_l q^{k^2+2l^2}$$

donne d'abord la formule

$$F(n) = 2(d_1 + d_3 - d_5 - d_7),$$

où d_1, d_3, d_5, d_7 signifient les nombres des diviseurs de n qui sont compris dans les formes

$$8k+1, \quad 8k+3, \quad 8k+5, \quad 8k+7,$$

et l'on en conclut

$$F(1) + F(2) + \ldots + F(n) = 2\left[E\left(\frac{n}{1}\right) + E\left(\frac{n}{3}\right) - E\left(\frac{n}{5}\right) - E\left(\frac{n}{7}\right) + \ldots\right].$$

» Cela posé, j'obtiens, par une transformation analogue à la vôtre, la formule suivante. Soit, pour abréger,

$$\varphi(x) = 2\sin^2\frac{\pi x}{4},$$

de sorte qu'on ait

$$\begin{aligned} \varphi(4k+1) &= 1, \\ \varphi(4k+2) &= 2, \\ \varphi(4k+3) &= 1, \\ \varphi(4k) &= 0, \end{aligned}$$

puis,

$$\lambda = E\left(\frac{\sqrt{8n+1}+1}{4}\right),$$

et posons

$$S = E\left(\frac{n}{1}\right) + E\left(\frac{n}{3}\right) - E\left(\frac{n}{5}\right) - E\left(\frac{n}{7}\right) + \ldots \pm E\left(\frac{n}{2\lambda - 1}\right),$$

$$S_1 = \varphi\left[E\left(\frac{n+1}{2}\right)\right] + \varphi\left[E\left(\frac{n+2}{4}\right)\right] + \ldots + \varphi\left[E\left(\frac{n+\lambda}{2\lambda}\right)\right]:$$

nous aurons

$$F(1) + F(2) + \ldots + F(n) = 2[S + S_1 - \lambda\varphi(\lambda)]. »$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces à courbure constante.* Note de M. G. DARBOUX.

« Pour démontrer l'élégante proposition de M. Bianchi, je m'appuierai sur la remarque suivante. Considérons sur une surface (Σ) un système de courbes parallèles (C) et les lignes géodésiques (g) qui sont leurs trajectoires orthogonales. Les tangentes aux lignes (g) sont normales à une certaine surface (S) et touchent une seconde surface (Σ'); (Σ) et (Σ') sont les deux nappes de la surface des centres de courbure de (S). En outre, (Σ') est le lieu des centres de courbure géodésique des courbes parallèles (C) tracées sur (Σ). Il est clair d'ailleurs que la relation est réciproque, et si l'on considère sur (Σ') les lignes géodésiques (g') tangentes aux normales de (S) et leurs trajectoires orthogonales (C′), les centres de courbure géodésique de ces trajectoires sont sur la surface primitive (Σ).

» Cela posé, cherchons s'il existe une surface (Σ) sur laquelle on puisse tracer des courbes parallèles (C) ayant en chacun de leurs points un rayon de courbure géodésique constant, égal à 1 par exemple. Si l'on rapporte la surface au système de coordonnées formé de ces courbes parallèles et de leurs trajectoires orthogonales, l'élément linéaire prendra la forme

$$ds^2 = du^2 + C^2 dv^2,$$

et l'on devra avoir

$$\frac{\partial C}{\partial u} = \pm C,$$

d'où l'on déduit

$$C = e^{\pm u},$$

et, par conséquent, la courbure totale de la surface sera constante et égale à -1. Nous prendrons, pour préciser,

$$ds^2 = du^2 + e^{2u} dv^2. \tag{1}$$

Considérons maintenant la surface (Σ') qu'on associe à (Σ) dans la proposition précédente. D'après cette proposition, les courbes (C′) tracées sur (Σ') auront leurs centres de courbure géodésique sur (Σ); leur rayon de courbure géodésique sera égal à 1, et, par conséquent, (Σ') sera, comme (Σ), une surface à courbure constante -1. On reconnaît facilement que l'élément linéaire de (Σ') prend la forme

$$ds'^2 = du^2 + e^{-2u} dw^2. \tag{2}$$

Quant à la surface (S), elle jouira de la propriété que la différence de ses rayons de courbure sera égale à 1.

» Voici maintenant la méthode que M. Bianchi a déduite du théorème précédent. Considérons une surface quelconque (Σ) à courbure -1. On peut obtenir un nombre simplement infini de systèmes coordonnés donnant à l'élément linéaire la forme (1); il suffit, en effet, d'associer aux lignes géodésiques passant par un des points à l'infini de la surface leurs trajectoires orthogonales. On pourra donc de (Σ) déduire une surface (Σ') contenant dans son équation une constante arbitraire. Partant ensuite de (Σ'), on obtiendra des surfaces (Σ'') formant un système à deux constantes arbitraires, et ainsi de suite. M. Lie a fait la remarque capitale que l'application indéfinie de ce procédé n'exige qu'une suite de quadratures, et cela résulte presque immédiatement de la démonstration géométrique précédente.

» En effet, la formule (2) nous montre que

$$e^u\sqrt{ds'^2 - du^2} = dw$$

sera une différentielle exacte. Il suffira donc d'effectuer cette quadrature, où tout est connu, pour obtenir w et ramener l'élément linéaire de (Σ') à la forme (2) qui entraîne la connaissance de toutes les lignes géodésiques de (Σ').

» Le théorème donné par M. Ribaucour en 1870 (*Comptes rendus* et *Bulletin de la Société philomathique*) peut s'énoncer comme il suit :

» *Considérons une surface* (Σ) *à courbure* -1, *et traçons dans chaque plan tangent de la surface un cercle de rayon* 1 *ayant son centre au point de contact* M *de ce plan tangent; les cercles ainsi obtenus seront orthogonaux à une famille de surfaces, toutes à courbure constante* -1; *et, en outre, ces surfaces feront partie d'un système triple orthogonal dont les deux autres familles seront évidemment composées de surfaces enveloppes de sphères.*

» La première partie de cette proposition résulte immédiatement du théorème de M. Bianchi, car les différentes surfaces (Σ') qu'on fait dériver de (Σ) dans la méthode de M. Bianchi sont évidemment les trajectoires des cercles considérés par M. Ribaucour. Au reste, les deux propositions se déduisent l'une de l'autre, celle de M. Ribaucour contenant en plus ce qui concerne le système triple orthogonal.

» Dans mon Cours de l'année dernière, j'ai donné du théorème de M. Ribaucour une démonstration géométrique directe qui se rapproche à quelques égards de celle qu'on trouve dans un travail récent de M. Bäck-

lund. Je ne la transcrirai pas ici, mais je ferai connaître le principe d'une démonstration analytique qui n'est pas moins simple que la démonstration géométrique.

» Supposons que la surface (Σ) ait été rapportée à ses lignes de courbure. Son élément linéaire prendra la forme connue

$$ds^2 = \cos^2\omega\, du^2 + \sin^2\omega\, dv^2, \tag{3}$$

où ω satisfait à l'équation

$$\frac{\partial^2\omega}{\partial v^2} - \frac{\partial^2\omega}{\partial u^2} + \sin\omega\cos\omega = 0. \tag{4}$$

Menons dans le plan tangent en un point M une ligne MM′ de longueur $+1$ faisant l'angle θ avec la courbe $v = \text{const.}$ qui passe en M, et écrivons que le point M′ décrit une surface dont le plan tangent passe en M et est normal à celui de (Σ). Nous trouverons les deux équations

$$\left\{\begin{aligned} \frac{\partial\theta}{\partial u} + \frac{\partial\omega}{\partial v} &= \sin\theta\cos\omega, \\ \frac{\partial\theta}{\partial v} + \frac{\partial\omega}{\partial u} &= -\cos\theta\sin\omega. \end{aligned}\right. \tag{5}$$

Il est aisé de reconnaître que ces équations sont compatibles toutes les fois que ω satisfait à l'équation (4) et qu'elles donnent une valeur de θ contenant, outre u et v, une constante arbitraire α. Si nous considérons maintenant u, v, α comme des coordonnées curvilignes propres à définir le point M′, nous aurons, pour le déplacement dS de ce point, l'expression

$$dS^2 = \cos^2\theta\, du^2 + \sin^2\theta\, dv^2 + \left(\frac{\partial\theta}{\partial\alpha}\right)^2 d\alpha^2. \tag{6}$$

Cette formule, qui met en évidence un système triple orthogonal, démontre le théorème de M. Ribaucour; elle montre aussi que la transformation de M. Bianchi conserve à la fois les lignes de courbure et les lignes asymptotiques.

» Il reste à discuter le système (5). »

MÉCANIQUE. — *Sur la loi de répartition des tensions dans une lame élastique de forme primitive arbitraire, enroulée sur un cylindre de section droite quelconque, lorsque le glissement est uniforme.* Note de M. **H. Léauté**, présentée par M. Resal.

« Si l'on considère une lame métallique flexible enroulée sur la jante d'une roue et frottant sur elle, on a une pièce élastique soumise, en

chacun de ses éléments ds, à deux forces perpendiculaires, l'une $\varpi\, ds$ normale, due à la pression de la jante; l'autre $\mathfrak{L}\, ds$ tangente, due au frottement. La jante, d'ailleurs, n'agissant sur la lame que par frottement, ne peut exercer aucun effort susceptible de déterminer de petits couples locaux.

» On a dès lors, comme nous l'avons démontré ([1]), les trois équations suivantes, où L, T, M sont les efforts élastiques résultant de l'allongement, du glissement et de la flexion, et où ρ est le rayon de courbure, au point considéré, de la courbe sur laquelle la lame est enroulée ([2]) :

$$(1)\qquad \frac{dL}{ds} - \frac{T}{\rho} + \mathfrak{L} = 0,$$

$$(2)\qquad \frac{dT}{ds} + \frac{L}{\rho} + \varpi = 0,$$

$$(3)\qquad \frac{dM}{ds} + T \quad = 0.$$

Mais, d'autre part, si f est le coefficient de frottement, on a

$$(4)\qquad \mathfrak{L} = f\varpi.$$

On en conclut, si l'on élimine $\mathfrak{L}$, ϖ et T entre ces quatre équations,

$$(5)\qquad \frac{dL}{ds} - f\frac{L}{\rho} + \frac{1}{\rho}\,\frac{dM}{ds} + f\,\frac{d^2M}{ds^2} = 0.$$

Or la forme naturelle de la lame est connue; on a, par suite, en chaque point, la flexion φ qu'elle a subie et l'on en déduit le moment fléchissant

$$M = ES r^2 \varphi,$$

formule dans laquelle E est le coefficient d'élasticité longitudinale, S la section droite de la lame, et r son rayon de gyration pris par rapport à l'axe de flexion.

L'équation (5) est, dès lors, une équation du premier ordre linéaire, et elle donne par intégration

$$(6)\qquad L = e^{f\int\frac{ds}{\rho}}\left[C - \int\left(\frac{1}{\rho}\,\frac{dM}{ds} + f\,\frac{d^2M}{ds^2}\right)e^{-f\int\frac{ds}{\rho}}\,ds\right].$$

([1]) *Application de la résistance des matériaux au calcul des pièces de machines* (*Journal de l'École Polytechnique*, LIIe cahier, 1882, p. 201).

([2]) Les formules (1), (2), (3) n'exigent aucune hypothèse, ni sur la forme de la courbe d'enroulement, ni sur la forme de la lame métallique à l'état naturel.

» *Telle est la loi suivant laquelle varient les tensions dans une lame flexible de forme primitive arbitraire, enroulée sur un cylindre de section droite quelconque, lorsque le glissement est sur le point de se produire ou lorsqu'il a lieu uniformément.*

» Si l'on représente par L_1 et L_0 les tensions aux extrémités d'un arc s, on déduit de la formule précédente

$$(7) \qquad L_1 = e^{f\int_0^s \frac{ds}{\rho}}\left[L_0 - \int_0^s \left(\frac{1}{\rho}\frac{dM}{ds} + f\frac{d^2M}{ds^2}\right)e^{-f\int_0^s \frac{ds}{\rho}}ds\right],$$

mais la quantité $\int_0^s \frac{ds}{\rho}$ n'est autre chose que la courbure totale de l'arc considéré, c'est-à-dire que l'angle A des tangentes aux extrémités de cet arc, quelle que soit d'ailleurs la forme de la section droite du cylindre d'enroulement.

» On a donc, dans tous les cas, la relation suivante entre la puissance et la résistance appliquées aux points extrêmes de l'arc s, quand le glissement est sur le point de se produire ou lorsqu'il a lieu uniformément,

$$(8) \qquad L_1 = e^{fA}\left[L_0 - \int_0^s \left(\frac{1}{\rho}\frac{dM}{ds} + f\frac{d^2M}{ds^2}\right)e^{-fA}ds\right].$$

» Si nous examinons maintenant, en particulier, le cas du frein à lame où le cylindre d'enroulement a une section droite circulaire, ρ est alors constant et A est l'angle au centre correspondant à l'arc embrassé. On a ainsi

$$(9) \qquad L_1 = e^{fA}\left[L_0 - \int_0^{A\rho} \left(\frac{dM}{dA} + f\frac{d^2M}{dA^2}\right)e^{-fA}\frac{dA}{\rho}\right].$$

» Le cas particulier le plus important, et qui peut être considéré comme le cas général de la pratique, est celui où la lame métallique, de même section dans toute son étendue, a primitivement une courbure constante, c'est-à-dire a pour forme naturelle un cercle ou une droite. Dans ce cas, la flexion φ produite par l'enroulement sur la jante de la roue est la même en tous les points, le moment fléchissant M est constant, ses dérivées $\frac{dM}{dA}$ et $\frac{d^2M}{dA^2}$ disparaissent, et la relation (9) devient

$$(10) \qquad L_1 = L_0 e^{fA}.$$

» On reconnaît ici la formule qui donne la loi des tensions lorsqu'il

s'agit d'un lien parfaitement flexible enroulé sur un cylindre; nous pouvons dès lors énoncer le théorème suivant :

» *Dans un frein à lame métallique, lorsque la lame est circulaire ou rectiligne avant l'enroulement, la loi de répartition des tensions pendant le glissement uniforme est la même, que l'on tienne compte de l'élasticité ou que l'on n'en tienne pas compte.*

» Il faut bien remarquer ici que, si la loi des tensions ne varie pas dans le frein quand la lame est parfaitement flexible ou quand elle est douée d'une certaine raideur, il n'en résulte pas que le frottement soit le même dans les deux cas. En effet, l'arc embrassé n'est plus le même, toutes choses égales d'ailleurs, et l'on conçoit aisément que la courbure des deux parties de la lame qui ne touchent pas à la poulie ait pour résultat de diminuer cet arc d'une quantité d'autant plus grande que la lame est plus raide. »

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'une charge roulante, le long d'une barre élastique horizontale appuyée à ses deux bouts et dont la masse est beaucoup plus petite que la sienne.* Note de M. J. BOUSSINESQ, présentée par M. de Saint-Venant.

« MM. Willis et Stokes ont résolu, en 1849, le problème de la charge roulante, dans la supposition que la masse de la barre soit assez petite pour qu'on puisse abstraire les inerties de ses diverses parties, ce qui revient à lui attribuer à chaque instant la forme d'équilibre répondant à la pression qu'y exerce la charge. Et leur solution conserve son importance, malgré la supposition restrictive qui lui sert de base; car l'extrême difficulté de la question n'a pas permis encore de s'affranchir de cette hypothèse, pour ce qui est du moins des *vitesses initiales* ou bien imprimées à la barre par la charge aux premiers moments de son passage. Il est donc intéressant de revenir sur la question posée par M. Willis et résolue, dans ces conditions, par M. Stokes, s'il y a moyen d'y simplifier considérablement l'intégration exacte de l'équation différentielle et d'en présenter le résultat sous une forme intuitive. C'est ce que je me propose de faire ici.

» Je prendrai pour origine des abscisses horizontales x le milieu de la longueur $2a$ de la barre dans son état naturel, et j'appellerai : 1° y l'ordonnée verticale, au-dessous de ce niveau, de la charge roulante Q, à l'époque t où son abscisse est $x = Vt$; 2° $F = Q - \frac{Q}{g}\frac{d^2y}{dt^2}$, la pression (nor-

male) qu'elle exerce, tant par son poids que par son inertie, sur la barre. D'après une formule connue de la flexion des barres par une charge agissant à des distances inégales de ses extrémités appuyées, et vu l'hypothèse que la forme actuelle de la barre soit celle de son équilibre sous l'action de la pression F, l'ordonnée y du point d'application de cette force F égalera le produit de la flèche statique f, que produirait la charge Q posée au milieu de la barre, par l'expression $\frac{F}{Q}\left(1-\frac{x^2}{a^2}\right)^2$.

» Ainsi, à cause de $dx = V dt$, l'équation différentielle de la trajectoire du poids Q sera

$$\frac{y}{f} = \left(1-\frac{x^2}{a^2}\right)^2\left(1-\frac{V^2}{g}\frac{d^2y}{dx^2}\right). \tag{1}$$

» Pour l'intégrer, introduisons, d'une part, la nouvelle variable indépendante $\tau = \frac{1}{2}\log\frac{a+x}{a-x}$, dont $\frac{x}{a}$ est la tangente hyperbolique, et qui croît de $-\infty$ à $+\infty$ quand x grandit de $-a$ à a; d'autre part, la nouvelle fonction, η, obtenue en posant $y = \frac{ga^2}{2V^2}\frac{\eta}{\cos \operatorname{hyp} \tau}$. Si l'on appelle $\pm k^2$ (avec k positif) la différence $\frac{ga^2}{fV^2} - 1$, l'équation (1) deviendra

$$\frac{d^2\eta}{d\tau^2} \pm k^2\eta = \frac{2}{\cos \operatorname{hyp}^3 \tau}. \tag{2}$$

Or celle-ci, linéaire à coefficients constants, s'intègre par la méthode classique; et, vu les conditions *d'état initial* $y = 0$, $y' = 0$ pour $x = -a$ (dont on voit qu'ici nous pouvons tenir exactement compte), elle donne

$$\eta = \frac{2}{k}\int_{-\infty}^{\tau}\frac{\varphi(\alpha)\,d\alpha}{\cos \operatorname{hyp}^3\alpha}, \tag{3}$$

$\varphi(\alpha)$ désignant, pour abréger, la fonction $\sin(k\tau - k\alpha)$, dans le cas $fV^2 < ga^2$; et la fonction $\sin \operatorname{hyp}(k\tau - k\alpha)$, dans le cas contraire $fV^2 > ga^2$.

» Il reste à évaluer l'intégrale définie que contient le second membre de (3). A cet effet, je considérerai, en général, l'intégrale $I_n = \int_{-\infty}^{\alpha}\frac{\varphi(\alpha)\,d\alpha}{\cos \operatorname{hyp}^n\alpha}$, et j'emploierai la formule [se vérifiant de suite par la différentiation, avec substitution de $\mp k^2\varphi(\alpha)$ à $\varphi''(\alpha)$ et de $\cos \operatorname{hyp}^2\alpha - 1$ à $\sin \operatorname{hyp}^2\alpha$]

$$I_n = -\frac{\cos \operatorname{hyp}^{-2n}\alpha}{n^2 \pm k^2}\frac{d.\varphi(\alpha)\cos \operatorname{hyp}^n\alpha}{d\alpha} + \frac{n(n+1)}{n^2 \pm k^2}I_{n+2}, \tag{4}$$

pour ramener I_1 à I_3, puis à I_5, à I_7, etc., et obtenir une expression de I_1,

en série, dont le terme complémentaire R sera proportionnel à une intégrale, I_p, d'un indice p très grand. Or celle-ci n'a d'éléments sensibles que dans le voisinage de $\alpha = 0$ (supposé que α y atteigne cette valeur), là où $\varphi(\alpha)\cosh\text{yp}^{-p}\alpha$ égale à fort peu près $\varphi(0)e^{-\frac{1}{2}p\alpha^2}$; de sorte que ces éléments constituent une intégrale de Poisson et ont pour somme $\varphi(0)\sqrt{\frac{2\pi}{p}}$. Un examen assez facile montre que tout le reste de la valeur de I_p est du même ordre que l'inverse de p et négligeable en comparaison. Finalement, si, prenant τ pour limite supérieure des intégrations, on observe, d'une part, dans les divers termes de la série, que la définition précédente de $\varphi(\alpha)$ donne $\varphi(\tau) = 0$ et $\varphi'(\tau) = -k$; d'autre part, dans le terme complémentaire R, que $\varphi(0) = \sin k\tau$ ou $\sin\text{hyp}\, k\tau$, que le produit $2.4\ldots(p-1)$ peut être remplacé, d'après la formule de Wallis, par $3.5\ldots(p-2)\sqrt{\frac{\pi p}{2}}$, et que $\left(1\pm\frac{k^2}{1}\right)\left(1\pm\frac{k^2}{9}\right)\left(1\pm\frac{k^2}{25}\right)\cdots = \cos\text{hyp}\frac{k\pi}{2}$ ou $\cos\frac{k\pi}{2}$, il viendra

$$(5)\quad \begin{cases} I_1 = R + \dfrac{k}{(1\pm k^2)\cos\text{hyp}\,\tau} + \dfrac{1.2}{1\pm k^2}\dfrac{k}{(9\pm k^2)\cos\text{hyp}^3\tau} + \\ \quad + \dfrac{1.2}{1\pm k^2}\dfrac{3.4}{9\pm k^2}\dfrac{k}{(25\pm k^2)\cos\text{hyp}^5\tau} + \cdots, \\ \text{où, pour } \tau < 0,\ R = 0 \text{ et, pour } \tau > 0,\ R = \dfrac{\pi(\sin k\tau \text{ ou } \sin\text{hyp}\, k\tau)}{\left(\cos\text{hyp}\dfrac{k\pi}{2} \text{ ou } \cos\dfrac{k\pi}{2}\right)}. \end{cases}$$

» De cette valeur de I_1, en faisant, dans (4), $n = 1$, on déduira l'intégrale, $2I_3$, dont dépend l'expression (3) de η. Enfin on trouvera, pour l'équation de la trajectoire de la charge roulante, en appelant ici T le terme complémentaire et introduisant, au lieu de η et τ, l'ordonnée y et l'abscisse x,

$$6)\quad \begin{cases} \dfrac{2V^2}{ga^2}y = T + \dfrac{1.2}{9\pm k^2}\left(1-\dfrac{x^2}{a^2}\right)^2 + \dfrac{1.2}{9\pm k^2}\dfrac{3.4}{25\pm k^2}\left(1-\dfrac{x^2}{a^2}\right)^3 + \cdots \\ \quad + \dfrac{1.2}{9\pm k^2}\dfrac{3.4}{25\pm k^2}\cdots\dfrac{(2m-1)(2m)}{(2m+1)^2\pm k^2}\left(1-\dfrac{x^2}{a}\right)^{m+1} + \cdots, \\ \text{où, pour } x < 0,\ T = 0 \text{ et, pour } x > 0, \\ \qquad T = \pi\dfrac{1\pm k^2}{k}\dfrac{(\sin \text{ ou } \sin\text{hyp})\left(\dfrac{k}{2}\log\dfrac{a+x}{a-x}\right)}{(\cos\text{hyp ou }\cos)\dfrac{k\pi}{2}}\sqrt{1-\dfrac{x^2}{a^2}}. \end{cases}$$

» Sans le terme T, la trajectoire du poids Q se composerait évidemment

de deux parties, symétriques l'une de l'autre par rapport à la verticale moyenne $x = 0$, et qui, horizontales aux deux extremités $x = \pm a$ de la barre, s'abaisseraient de plus en plus en s'approchant de leur point de jonction $x = 0$, où elles formeraient un certain angle. Mais le terme T, en accroissant, au moins pour x assez petit, les ordonnées de la seconde partie, supprime cet angle et rejette vers la seconde extrémité $x = a$ l'ordonnée maxima ou le point le plus bas de la courbe.

» Je renverrai au Mémoire de M. Stokes (*Trans. phil. de Cambridge*, t. VIII; 1849) pour l'examen des circonstances intéressantes que présente le mouvement. Contrairement à ce qui arrive dans un choc soit longitudinal, soit transversal, où l'élasticité de la barre suffit à elle seule pour limiter les déformations, sa *masse* est ici indispensable (au moins quand la charge atteint la seconde extrémité sans la sauter) pour amortir les vitesses qu'elle reçoit; et il importe, par conséquent, que cette masse de la barre ou poutre ne soit jamais trop petite. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations sur une Réponse de M. Faye, concernant divers phénomènes de spectroscopie solaire* [1]. Note de M. **L. Thollon**, présentée par M. l'Amiral Mouchez.

« Je remercie M. Faye d'avoir répondu avec tant de bienveillance à ma Note du 1er octobre : *Sur l'interprétation de quelques phénomènes de spectroscopie solaire*. ....

» M. Faye pense, et avec raison, que, si la théorie du mouvement est vraie, *toutes* les raies des substances mêlées à l'hydrogène qui se déplace doivent éprouver les mêmes altérations que celles de l'hydrogène lui-même. C'est en se maintenant au point de vue purement théorique et en parlant de la *totalité* des raies, qu'il a pu dire, dans une Note (*Comptes rendus*, 5 février 1883, p. 359) : « Il faudrait au moins, pour cela, que les raies » des autres gaz ou vapeurs intimement mêlés à l'hydrogène représen- » tassent les mêmes épanouissements, ce qui n'a pas lieu. » Pour moi, simple observateur, jugeant à un autre point de vue, cela voulait dire que les raies de l'hydrogène éprouvaient seules ces espèces de distorsions et que les raies métalliques n'en étaient jamais affectées, ce qui est bien différent. C'est contre cette affirmation que j'ai protesté, car elle est en contradiction

---

[1] *Comptes rendus*, 8 octobre 1883, p. 779.

formelle avec les faits observés non seulement par moi, mais par M. Young (voir *le Soleil*, traduction française, p. 124).

» M. Faye, poursuivant dans le même ordre d'idées, me fait affirmer que *toutes* les raies des gaz mélangés à l'hydrogène manifestent les mêmes déformations, ce qui n'était nullement dans ma pensée. Tout en admettant, comme le veut la théorie, que ces déformations affectent toutes les raies, j'ai toujours reconnu qu'avec nos moyens actuels d'observation elles ne sont visibles et ne peuvent être constatées que dans *les raies les plus brillantes*. C'est ainsi que j'ai vu souvent le phénomène se produire d'une façon très caractéristique dans les raies D et *b*, quand leur renversement était très net et d'un éclat suffisant.

» Dans les observations spectroscopiques surtout, il faut bien se garder de conclure de ce qu'on ne voit pas à ce qui n'existe pas. Quand, par exemple, on étudie la chromosphère par un temps bien favorable, on y voit constamment huit raies brillantes. Est-ce à dire qu'elle ne contient que les éléments correspondant à ces huit raies? Non, car, en l'observant du sommet du Pic du Midi, comme nous l'avons fait récemment, M. Trépied et moi, on voit une quarantaine de raies au moins. Si l'observateur du Pic affirmait qu'il n'y en a pas d'autres, il se tromperait encore, car durant une éclipse il les compterait par centaines. Il en serait de même probablement pour les protubérances métalliques. M. Young n'a jamais constaté, au milieu des plus grandes perturbations solaires, la moindre altération de la fameuse raie 1474 de Kirchhoff et il s'étonne avec raison de ce que l'élément constitutif de la couronne ne semble pas participer aux mouvements qui s'opèrent dans sa masse. Ce que M. Young n'a jamais vu, je l'ai observé en juillet dernier à Paris; et même, en consultant mes notes et mes souvenirs, je crois pouvoir affirmer que je l'ai observé plusieurs fois à Nice. Voici comment j'explique le fait : la raie de la couronne est faible; quand il y a renversement, elle est bien loin d'avoir l'éclat de celles de l'hydrogène; les parties déviées sont extrêmement peu brillantes, et il suffit qu'à dispersion égale un appareil donne des images un peu plus nettes et plus brillantes qu'un autre, qu'il diffuse un peu moins la lumière, pour que le phénomène, perceptible dans le premier, ne le soit pas dans le deuxième.

» Si donc, d'après la théorie, il est certain que les raies des gaz et vapeurs intimement mêlés à l'hydrogène en mouvement doivent *toutes* éprouver des altérations de même nature, il est non moins certain que, avec nos moyens actuels d'observation, ces altérations se manifesteront, non pas

dans *toutes* les raies, mais seulement dans celles dont le renversement se produira *avec un éclat suffisant*. D'autre part, il ne me semble pas admissible que, dans une protubérance métallique dont le volume dépasse souvent et de beaucoup celui de la Terre, le mélange des gaz et vapeurs puisse être bien parfait, bien intime dans toute la masse ; il pourrait donc arriver que la partie de la protubérance où se produit le renversement ne soit pas la même et n'ait pas la même composition que celle où se produit le mouvement. On se rend aisément compte de la complexité possible du phénomène, en pensant que le rayon visuel tangent à la sphère solaire parcourt dans la région des protubérances un espace d'environ 300 000^{km}, et que toutes les masses d'hydrogène incandescent qui peuvent se trouver sur cet immense parcours, ou dans son voisinage immédiat, nous apparaissent en projection comme une protubérance unique. Devant ces considérations, l'objection tirée du livre de M. Young tombe d'elle-même.

» Lorsque pour expliquer, sans transport réel de matière, la vitesse avec laquelle paraissent se former certaines protubérances, M. Faye s'exprimait ainsi (*Comptes rendus*, 5 février 1883) : « Quant à l'illusion de ces » vitesses fabuleuses, en voici, *je crois*, l'explication fort simple, etc. », il ne m'a pas semblé voir dans ces paroles l'expression d'une opinion tout à fait arrêtée du savant théoricien ; mais je ne me suis permis, ni de dire, ni de penser que cette opinion fût un simple jeu d'imagination, ne reposant sur aucune donnée. Je suis prêt à rétracter dans ma Note tout ce qui pourrait donner lieu à une semblable interprétation.

» La conclusion à tirer de cette discussion, c'est que rien, dans les faits observés jusqu'à ce jour, n'est en contradiction formelle avec la théorie du mouvement déduit de la déformation des raies spectrales. L'énormité des vitesses qu'elle oblige d'admettre est en réalité la seule objection sérieuse. Les considérations présentées à ce sujet dans ma dernière Note n'ont rien perdu de leur force, et M. Faye ne me saura point mauvais gré, j'espère, si, à cause de ces considérations et du malentendu qui s'est produit entre nous, je ne réalise pas l'espoir formulé d'une manière si flatteuse à la fin de sa réponse. Mais je puis lui donner l'assurance que je n'apporterai jamais aucun parti pris dans la question et que je n'hésiterai pas un instant à lui signaler les faits d'observation pouvant être en contradiction avec une théorie qui est généralement admise par les spectroscopistes et qui ne m'est nullement personnelle [1]. »

---

(1) Pour ne pas compliquer la discussion, il n'a été question, dans cet article et dans le

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la force d'induction qui est due à la variation d'intensité dans le courant électrique d'un multiplicateur à spirale plate, et sur la comparaison de cette force avec celle qu'exerce à de grandes distances un solénoïde sphérique ou un soleil fictif solénoïdal.* Note de M. QUET.

« Je considère sur un plan une série de courants circulaires, concentriques, se suivant à une distance constante et dont l'intensité est la même pour tous à chaque instant; le multiplicateur, composé d'un mince ruban de cuivre qui est plié en spirale plate et compensée à l'aide du procédé indiqué par Ampère, permet de réaliser aisément ce système. J'admets, d'un autre côté, que l'action inductrice de ces courants s'exerce sur un mince ruban de cuivre placé dans leur plan, à l'intérieur du multiplicateur, très près de la surface interne et plié en forme d'anneau ou de spirale plate, dont les extrémités communiquent avec les deux bouts du fil d'un galvanomètre. Il s'agit de calculer la force d'induction qui se produit, lorsqu'on fait varier l'intensité du courant électrique qui circule dans le multiplicateur.

» Dans les *Comptes rendus* du 10 septembre dernier, j'ai calculé la force d'induction d'un courant circulaire lorsque la masse induite est à une distance quelconque, petite ou grande, de l'inducteur. Cette force B est perpendiculaire au plan qui passe par le centre O de la masse élémentaire induite m et par la normale CN menée du centre C du courant circulaire au plan de ce courant; sa grandeur est donnée par la formule

$$B = \frac{K}{2} m \frac{dj}{dt} \pi\rho \sqrt{\frac{1 + \tan^2\varphi}{R^2 + \rho^2}} \left(\tan\varphi + \frac{3}{8}\tan^3\varphi + \ldots\right).$$

ρ est le rayon du courant inducteur; R la distance CO ou le rayon de l'anneau induit; ε l'angle que la direction CO fait avec celle de CN; φ un angle auxiliaire déterminé par l'équation

$$\tan^2\varphi - \frac{R^2 + \rho^2}{R\rho\sin\varepsilon}\tan\varphi + 1 = 0.$$

» Dans ce qui va suivre, je supposerai que la ligne CO ou que la masse m

---

précédent, que des déviations éprouvées par les raies brillantes qui se voient dans les protubérances. Les mêmes phénomènes se produisent très souvent sur le disque solaire, mais alors sur les raies obscures.

est sur le plan du circuit inducteur; alors on a

$$\varepsilon = 90^\circ, \quad \sin\varepsilon = 1,$$

et les deux racines de l'équation précédente sont

$$\frac{R}{\rho}, \quad \frac{\rho}{R}.$$

La première de ces racines est plus petite que l'unité, lorsque la masse m est à l'intérieur du courant, ce qui arrive ici, et c'est elle que l'on doit prendre pour la valeur de $\tang\varphi$ dans la série. Le radical devenant égal à $\frac{1}{\rho}$, l'expression de B se réduit à

$$B = \frac{k}{2} m \frac{dJ}{dt} \pi \left(\frac{R}{\rho} + \frac{3}{8}\frac{R^3}{\rho^3} + \frac{15}{64}\frac{R^5}{\rho^5} + \ldots \right).$$

» Le rayon ρ varie seul quand on passe d'un courant électrique à l'autre du système de circuits dont nous avons parlé au commencement de cette Note, et l'on peut écrire $B = f(\rho)$; si a et b sont les valeurs extrêmes et que l soit la distance de deux courants successifs, on aura, pour la valeur Y' de l'action inductrice de tous les courants électriques,

$$Y' = f(a) + f(a+l) + f(a+2l) + \ldots + f(b).$$

Le second membre diffère peu de cette intégrale définie, lorsque l est très petit :

$$\frac{1}{l}\int_a^b f(\rho)\,d\rho.$$

On pourra négliger la différence si l'expérience est faite avec un multiplicateur à plis très serrés. Comme il a été supposé que l'intensité du courant est la même pour tous les circuits et que, par conséquent, $\frac{dj}{dt}$ ne dépend pas de ρ, on aura, avec une très grande approximation,

$$Y' = \frac{k}{2} m \frac{dj}{dt} \frac{\pi R}{l} \left(\int \frac{d\rho}{\rho} + \frac{3}{8} R^2 \int \frac{d\rho}{\rho^3} + \cdots \right).$$

Si l'on tient compte des deux limites a et b, cette expression devient

$$Y' = \frac{k}{2} m \frac{dj}{dt} \frac{\pi R}{l} \left[\log\text{nép}\,\frac{b}{a} + \frac{3}{8}\frac{R^2}{2a^2}\left(1 - \frac{a^2}{b^2}\right) + \frac{15}{64}\frac{R^4}{4a^4}\left(1 - \frac{a^4}{b^4}\right) + \cdots \right].$$

Comme application numérique, je pose

$$R = 100^{\text{mm}},5, \quad a = 101^{\text{mm}}, \quad b = 201^{\text{mm}}, \quad l = 1^{\text{mm}}.$$

En prenant les six premiers termes de la série, j'obtiens

$$Y' = \frac{k}{2} m \frac{dj}{dt} \pi . 93, 92.$$

Dans cet exemple, le multiplicateur a l'épaisseur considérable d'un décimètre et ses plis sont très serrés; d'ailleurs, la masse induite m est très rapprochée de la spire intérieure et n'en est qu'à un demi-millimètre de distance. Avec ces valeurs numériques et la disposition donnée à l'appareil, on a exagéré beaucoup les conditions de sensibilité réalisées par Ampère dans l'expérience qu'il fit à Genève en 1822 : on peut donc regarder la force d'induction qui se produit dans l'exemple que j'ai choisi comme capable de donner des effets sensibles.

» Je rappelle maintenant la valeur de la force analogue Y due à l'induction d'un Soleil fictif solénoïdal, dont les courants se succèdent d'hectomètre en hectomètre, lorsque la masse induite est dans le plan de son équateur, à une distance égale à celle où nous sommes du vrai Soleil. J'ai fait voir, dans les *Comptes rendus* du 8 octobre courant, que l'on a

$$Y = \frac{k}{2} m \frac{di}{dt} \pi . 222, 35.$$

Si l'on compare cette valeur de Y à celle de Y′ et que l'on suppose la même variation instantanée du courant dans les deux cas, on aura

$$\frac{di}{dt} = \frac{dj}{dt} \quad \text{et} \quad \frac{Y}{Y'} = \frac{222,35}{93,92}.$$

L'action du Soleil fictif est au moins double de celle du multiplicateur; elle doit donc produire, elle aussi, des effets sensibles. Ainsi voilà un Soleil fictif, dont l'état électrodynamique est nettement défini, qui est capable de produire des perturbations magnétiques sur la Terre malgré son énorme distance et sans qu'il soit nécessaire d'attribuer des changements exagérés à l'intensité de son courant électrique. Ce résultat ne me paraît pas sans intérêt, comme je le ferai voir plus tard. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Détermination des équivalents du cuivre et du zinc, à l'aide de leurs sulfates.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Debray.

« Grâce aux belles et classiques recherches de M. Stas, sur les *Rapports réciproques des poids atomiques* de quelques corps simples, on possède aujourd'hui avec une très grande précision tous les éléments nécessaires pour calculer, à l'aide de données expérimentales, les équivalents des autres corps et pour être en droit de comparer les résultats obtenus par les différentes méthodes employées.

» Parmi les nombres importants à connaître, seul le rapport des poids des équivalents de l'oxygène et de l'hydrogène n'a pu être déterminé avec une exactitude suffisamment grande, et cela malgré les travaux des savants les plus autorisés qui se sont occupés de ce sujet.

» Donc, autant pour éviter d'allonger le calcul que pour le rendre indépendant de la cause d'erreur attachée à l'incertitude qui règne sur la valeur de ce rapport, représenté aujourd'hui par le nombre 7,98 si $H = 1$, je prendrai comme base des équivalents $O = 8$. En opérant ainsi, les équivalents des métaux ne dépendront donc que du rapport des poids équivalents de l'oxygène et du soufre, puisque mes déterminations se font toujours à l'aide du sulfate *anhydre* et à l'état de sel *simple*.

» Ce rapport des poids équivalents de l'oxygène et du soufre, M. Stas l'a établi avec un soin extrême, et avec lui je prendrai pour équivalent du soufre $S = 16,037$. Je me propose cependant, pour la comparaison avec les nombres anciens, de calculer aussi chaque fois l'équivalent du métal en fonction des deux nombres $O = 8$ et $S = 16$.

» *Cuivre*. — Le sulfate se prépare par dissolution dans l'acide sulfurique, soit du métal, soit de l'atakamite artificielle $CuCl + 3(CuO, HO)$, tous ces corps étant aussi purs que possible.

» L'atakamite reproduite par M. Debray, pour la première fois, se prépare facilement si, au lieu d'évaporer une solution ammoniacale de sulfate de cuivre, additionnée de sel marin, on acidifie cette solution légèrement par l'acide acétique [1]; l'oxychlorure, à peine soluble dans cet acide faible, se précipite : on le lave et on le calcine légèrement. En opérant avec du sulfate de cuivre privé d'argent par l'acide chlorhydrique, de fer par l'am-

---

[1] L'atakamite se produit aussi instantanément, si à une solution bouillante de sulfate de cuivre additionnée d'un chlorure alcalin on ajoute de l'acétate de soude.

moniaque et cristallisé à plusieurs reprises, on a de l'atakamite très pure.

» La dissolution effectuée dans l'acide sulfurique, on évapore l'excès d'acide, on reprend par l'eau, on filtre, et l'on fait cristalliser. Le liquide décanté est évaporé à nouveau jusqu'à cristallisation et enfin les eaux mères de cette deuxième cristallisation sont évaporées à siccité, pour donner le produit que j'appellerai *résidus d'évaporation*.

» Si le sel est pur, on doit retrouver le même nombre pour l'équivalent du cuivre avec le sulfate de la première cristallisation et celui des *résidus*. Aussi ai-je choisi ces deux produits pour les déterminations.

» *a*. Partie de la première cristallisation, après trois heures à 440°, pesait $4^{gr},022$. Le poids est resté constant en chauffant à nouveau pendant dix heures.

» On calcine à la température de fusion de l'or, à deux reprises pour contrôle; il reste : $CuO = 2^{gr},0035$; perte $(SO^3) = 2^{gr},0185$, d'où l'équivalent $Cu = 31,739$ si $S = 16,037$, et $Cu = 31,703$ si $S = 16$.

» *b*. En opérant de même avec partie des *résidus d'évaporation*, on a

$$Cu = 31,729 \text{ si } S = 16,037, \text{ et } Cu = 31,693 \text{ si } S = 16;$$

car $2^{gr},596$ de sulfate ont laissé, par calcination, $1^{gr},293$ CuO. Comme moyenne : pour $S = 16,037$, $Cu = 31,734$; pour $S = 16$, $Cu = 31,698$.

» Berzélius, en réduisant CuO par H, avait eu 31,65; Erdmann et Marchand, par la même méthode, 31,728. M. Dumas, guidé par l'hypothèse de Prout, avait conclu de ses observations, « sur la transformation du cuivre » en sulfure et de la réduction de l'oxyde », au nombre 31,75.

» Des expériences inédites de M. Debray prouvent que l'oxyde de cuivre se dissocie à haute température et se transforme en oxydule, avec des tensions de dissociation fixes pour chaque température, et que, inversement, si on laisse refroidir l'oxydule en présence de l'oxygène, la retransformation en oxyde s'effectue *intégralement* bien au-dessus de 440°. Mes résultats sont donc indépendants de ce phénomène de dissociation.

» *Zinc*. — On prépare le sulfate par dissolution du zinc distillé dans l'acide sulfurique pur et étendu, en ayant soin de ne pas opérer la dissolution totale. On filtre [1], on évapore à siccité et l'on porte lentement à 440° pour chasser l'acide en excès, puis on dissout 150^{gr} environ de ce

[1] J'indiquerai ici d'une manière générale que toutes les filtrations des liqueurs, même peu acides, ont été faites lors de la préparation des sulfates purs, avec du papier joseph, lavé préalablement à l'acide chlorhydrique, puis rincé à grande eau.

sulfate dans 10^{lit} d'eau distillée : on précipite un peu de zinc par l'hydrogène sulfuré, on ferme le vase et l'on abandonne vingt-quatre heures en agitant de temps à autre. Conformément aux observations générales et déjà anciennes d'Anthon, ce sulfure de zinc, en réagissant sur les traces des métaux plus sulfurables (cadmium, plomb, etc.) que peut renfermer la liqueur malgré la dissolution incomplète du métal (1), les précipite de la solution. Après filtration nouvelle, en saturant par l'acide sulfhydrique, le zinc se sépare presque en totalité, ainsi que je l'ai indiqué dans une Communication antérieure. Ce sulfure, lavé plusieurs fois avec de l'eau légèrement acidulée à l'acide sulfurique, puis dissous dans l'acide concentré, m'a fourni le sulfate de zinc pour mes déterminations.

» Le sel desséché à 440° a été divisé en trois parties par des cristallisations fractionnées exactement comme pour le cuivre, et c'est encore avec le produit de la première cristallisation et celui dit *des résidus* que j'ai opéré.

» *a*. Partie de la première cristallisation après sept heures à 440° pesait 6^{gr},699. Le poids n'a pas varié en chauffant à nouveau pendant huit heures.

» On calcine à la température de fusion de l'or, à deux reprises pour contrôle : il reste $ZnO = 3^{gr},377$, perte $(SO^3) = 3^{gr},322$, d'où l'équivalent $Zn = 32,700$ si $S = 16,037$ et $Zn = 32,662$ si $S = 16$.

» *b*. En opérant de même avec partie des résidus d'évaporation, on a

$$Zn = 32,708 \text{ si } S = 16,037, \text{ et } Zn = 32,671 \text{ si } S = 16.$$

» Car 8^{gr},776 de sulfate ont laissé 4^{gr},4245 d'oxyde de zinc. Or, comme cet oxyde, à la température de fusion de l'or et dans l'air, est absolument fixe, comme l'ont montré notamment les recherches de H. Sainte-Claire Deville, on est en droit de conclure, comme moyenne des résultats précédents : $Zn = 32,704$ si $S = 16,037$, et $Zn = 32,667$ si $S = 16$.

» Berzelius et Gay-Lussac, par l'oxydation du zinc, avaient d'abord donné le nombre 32,776, pour le remplacer plus tard par 32,258. Pelouze avait déduit l'équivalent 32,5 du lactate anhydre. A. Marchand, par la calcination du nitrate d'un poids connu de zinc, avait, d'après le poids de l'oxyde, conclu à 32,55, tandis que Favre, par la calcination de l'oxalate, et Jacquelain, par la calcination du sulfate, avaient trouvé le nombre 33. »

---

(1) Bobierre avait montré, dès 1853, que, si l'on distille du zinc plombifère, une partie du plomb passe avec le zinc. Burstyn reconnaît même que tout le plomb est entraîné si le zinc n'en renferme que 2 à 3 pour 100.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la transformation des hydrocarbures en aldéhydes correspondantes, au moyen de l'acide chlorochromique.* Note de **M. A. Étard**, présentée par M. Cahours.

« Dans diverses Notes insérées aux *Comptes rendus* et réunies en un Mémoire d'ensemble (*Annales de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXII, p. 218; *Thèses de la Faculté des Sciences de Paris*, 1880), j'ai fait voir que l'acide chlorochromique se combinait aux hydrocarbures en proportions parfaitement définies, et par simple addition. Ces combinaisons se forment, à froid ou à chaud, au contact des deux substances réagissantes, soit pures, soit en solution sulfocarbonique ou chloroformique à 10 pour 100. On doit faire le mélange par portions successives jusqu'à complète décoloration.

» Les produits qui prennent naissance sont des précipités d'aspect sablonneux, denses, faciles à laver au sulfure de carbone et à sécher à l'abri de l'humidité; ils se forment le plus souvent en quantités théoriques.

» L'eau dédouble les combinaisons organiques chromées indiquées ci-dessus en un sel de chrome et en une *aldéhyde* lorsque l'attaque du carbure a pu se faire sur un groupe CH^3, indispensable pour donner naissance à une fonction d'aldéhyde COH. Le produit de la réaction par l'eau, distillé d'abord au bain-marie pour chasser tout le sulfure de carbone qui l'imprégnait, est, ensuite, distillé à une température plus élevée, afin que l'aldéhyde formée soit entraînée avec la vapeur d'eau. On peut encore, après le départ de CS^2, extraire cette dernière par l'éther, ce qui occasionne moins de pertes par oxydation ou résinification.

» Cette méthode donne très rapidement des aldéhydes en quantité souvent théorique, conformément aux équations que j'ai publiées (*loc. cit.*)

$$X - CH^3 + 2\,CrO^2Cl^2 = X - CH = [OCrCl^2(OH)]^2,$$
$$3\{X - CH = [OCrCl^2(OH)]^2\} + 3H^2O$$
$$= 2\,Cr^2Cl^6 + 2\,CrO^3 + 6H^2O + 3(X - COH).$$

» J'ai fait remarquer, en outre, dans ce Mémoire, que lorsque la structure du composé oxydé ne permettait pas la formation d'une aldéhyde, il se produisait des corps d'une fonction très voisine : des acétones ou des quinones, dont plusieurs ont été décrits.

» MM. Paterno et Scichilone (*Gazz. Chim.*, t. XI, p. 55) ont essayé de répéter mes expériences sur un cymène et déclarent ne pas avoir obtenu

les aldéhydes cuminiques que j'ai observées, mais bien de faibles rendements de corps bouillant à des températures différentes et qui seraient suivant eux des acétones. Les auteurs, toutefois, n'ont pas fait l'analyse de ces produits, qu'ils considèrent comme identiques aux miens. On sait aujourd'hui que les cymènes de diverses préparations contiennent non seulement plusieurs cymènes isomériques, mais encore des hydrocarbures saturés et d'autres corps étrangers; j'ai déjà attiré, en 1880, l'attention sur ce point en disant : « Je signale ces causes possibles d'erreur qui ont pu amener les » contradictions passées et peuvent, si l'on n'y prend garde, engendrer de » nouvelles difficultés ». Il n'est pas surprenant que des cymènes de diverses provenances donnent des résultats très différents. Mes expériences ont été faites sur du cymène de l'essence de cumin vraie et sur celui dérivé de l'essence de térébenthine par l'acide sulfurique. Je me suis assuré que l'essence de cumin qu'on trouve actuellement dans le commerce n'est le plus souvent qu'un mélange de carbures térébéniques et d'essence véritable dont les points d'ébullition, 176° et 225°, font illusion.

» Je maintiens mes expériences comme exactes, ayant obtenu par régénération de leurs combinaisons *bisulfitiques cristallisées* une aldéhyde cuminique solide fusible à 80°, et une aldéhyde liquide bouillant à 220°, toutes deux oxydables lentement à l'air et donnant des acides cuminiques fusibles respectivement à 51° et à 128°. MM. Paterno et Scichilone, en oxydant les liquides qu'ils ont préparés, ont obtenu de l'acide toluique, corps que m'ont déjà fourni mes aldéhydes, et ils pensent prouver par là que je n'ai obtenu que des acétones, sans remarquer que ce fait tend tout aussi bien à assigner aux aldéhydes, dont je me suis abstenu de donner la constitution, la formule $CH^3\text{-}C^6H^4\text{-}CH^2\text{-}CH^2\text{-}COH$ d'une aldéhyde tolylpropionique. Dans une nouvelle oxydation de l'aldéhyde térécuminique, j'ai obtenu un mélange d'acides *paratoluique* et *téréphtalique,* ce qui s'accorde bien avec la formule ci-dessus et avec celle d'un dérivé isopropylique $CH^3\text{-}C^6H^4\text{-}CH(CH^3)\text{-}COH$. J'ai cru ne pouvoir mieux faire, pour démontrer la généralité et la commodité pratique de ma réaction, que de transformer en aldéhydes deux carbures que j'avais à ma disposition : le mésitylène et l'amyltoluène.

» Le mésitylène, en solution sulfocarbonique à 10 pour 100, est précipité par CrO^2Cl^2 étendu de CS^2. Le précipité

$$(CH^3)^2C^6H^3\text{-}CH = [OCrCl^2(OH)]^2,$$

lavé avec CS^2, décomposé par son volume d'eau et agité avec de l'éther,

donne un liquide huileux d'une odeur camphrée, qui bout régulièrement à 220°-222°. Analyse : C = 80,2; H = 7,6-7,8.

» La formule $C^9H^{10}O$ exige 80,6 et 7,5.

» Ce corps est donc l'aldéhyde mésitylénique; elle se produit en quantités presque théoriques. Cette dernière s'oxyde à l'air aussi rapidement que l'aldéhyde benzoïque en donnant de gros prismes durs d'acide mésitylénique, caractérisé par son analyse et son point de fusion.

» L'amyltoluène bouillant de 213° à 218° (mélange ortho et para), attaqué vers 45° en solution sulfocarbonique à 10 pour 100 par une solution d'acide chlorochromique au même titre, donne un précipité renfermant

$$CH^3\text{-}C^6H^4\text{-}C^5H^9[OCrCl^2(OH)]^2$$

et décomposable par l'eau en un mélange de sels chromiques et d'aldéhydes $C^{12}H^{16}O$, isomères, qu'on enlève par l'éther.

» Analyse : C = 81,3; H = 8,8-8,9. Point d'ébullition du mélange : 230°-245°. Ces aldéhydes, correspondant à l'amyltoluène, sentent à la fois le cumin et la punaise; elles se combinent très lentement au bisulfite sodique, réduisent les sels d'argent et distillent avec la vapeur d'eau. Rendements abondants.

» Le *phénéthol*, l'*ortho* et le *paracrésol* donnent avec CrO^2Cl^3 des combinaisons par addition décomposables par l'eau. Les produits de décomposition aqueuse sont solubles dans les alcalis, insolubles dans les acides et paraissent de nature quinonique. Ces corps, traités à chaud par une solution d'acide sulfureux, renferment après dessiccation : $C^8H^8O^4$ dans le cas du phénéthol, $C^7H^6O^3$ dans celui de l'orthocrésol et $C^{14}H^{10}O^3$ pour le paracrésol.

» Le styrolène donne avec CrO^2Cl^2 une combinaison régulière dont je n'ai pas examiné le dédoublement, faute de matière. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'état des nerfs sensitifs dans l'intoxication strychnique.* Note de M. **Couty**, présentée par M. Vulpian.

« Il est généralement admis que la strychnine agit sur les fonctions de la substance grise bulbo-médullaire pour les exciter, puis les paralyser; et l'on discute seulement pour savoir si ces effets sont directs ou consécutifs à des troubles des appareils de sensibilité périphérique.

» Les expériences que je vais rapporter me paraissent poser la question sur un terrain plus simple. La strychnisation, comme on le sait, peut pré-

senter diverses formes que l'on n'a pas peut-être suffisamment séparées. Aux petites doses correspond un état de semi-rigidité des muscles au repos, avec saccades ou tremblements des mouvements volontaires; les doses moyennes produisent les accès de convulsions décrits classiquement; les doses plus fortes déterminent ces états de chorée, puis de paralysie centrale et périphérique qui ont été étudiés depuis deux ans par M. Richet, par M. Vulpian et par moi.

» J'ai comparé la sensibilité du bout central du sciatique et celle du cerveau sur des chiens normaux et sur les mêmes chiens intoxiqués à divers degrés; j'ai pris toutes les précautions, laissant reposer les animaux, n'employant ni chloral ni autres anesthésiques, mesurant exactement avec le chariot du Bois-Reymond, pendant l'état physiologique et pendant l'intoxication, les courants minimum capables de produire une manifestation motrice, et j'ai toujours vu qu'après la strychnisation, pour agir sur le cerveau ou sur le sciatique, il avait été nécessaire d'employer, dans la première période, un courant aussi intense et dans les autres un courant plus intense qu'à l'état normal; j'en ai conclu que, contrairement à l'opinion générale, la sensibilité de ces appareils n'était pas augmentée par le poison.

» Un examen plus précis m'a permis de dépasser cette observation purement négative.

» Si l'on observe un chien qui présente l'accès convulsif classique, en ayant soin de laisser reposer l'animal, on trouve toujours l'excitabilité minimum du cerveau et du sciatique un peu moindre qu'à l'état normal; et la forme de la réaction motrice est modifiée. Dans les conditions physiologiques, le chien répond par quelques contractions localisées, réflexes ou opposées, aux excitations faibles; ces contractions deviennent plus multiples et se compliquent des cris de douleur, de mouvements de fuite ou de défense si l'excitation est plus forte ou plus prolongée; enfin il survient de l'agitation ou des convulsions véritables pour toute irritation trop intense; au contraire, sur l'animal strychnisé, les excitations minimum, comme les excitations maximum, déterminent presque toujours des convulsions généralisées. Les centres sensitivo-moteurs ne différencient plus les excitants extérieurs; il y a perturbation et non pas exagération du fonctionnement normal.

» Si l'on examine un chien en proie aux accidents moins connus de la première phase, semi-rigidité au repos et mouvements volontaires saccadés ou tremblés, accidents faciles à prolonger par de petites injections répétées dans la veine saphène, on éprouve, à mesurer les courants minimum, des

difficultés dues aux excitations mécaniques qu'il faut éviter et aussi aux dilacérations du cerveau, faciles à produire pendant les secousses, et suffisantes pour augmenter quelquefois l'excitabilité. Mais, là encore, la comparaison de l'état normal et de l'état d'intoxication montre que ces faibles doses de strychnine n'augmentent pas la sensibilité du cerveau ou du sciatique, ou même qu'elles la diminuent légèrement si leur action est longtemps prolongée. Comme dans la période convulsive, la forme de la réaction est surtout modifiée : les contractions réflexes ou opposées deviennent plus amples et plus brusques, et, au lieu de simples contractions, on observe souvent, après les excitations, un brusque soubresaut généralisé, ou même des petits accès convulsifs passagers.

» Ce changement de forme de la réaction motrice devient encore plus visible pendant les contractions choréiques.

» A cette période tardive, comme je l'ai indiqué (*Comptes rendus*, décembre 1882), la sensibilité du sciatique ou du cerveau est d'abord diminuée, puis supprimée; pendant la phase de simple diminution, ces appareils se comportent comme des nerfs d'arrêt, et leurs excitations fortes ou moyennes rendent moins fréquentes ou même font cesser les secousses spontanées. L'effet peut être très net pour le sciatique; et, si l'on applique sur lui le courant 12 ou 15 du chariot, on voit le membre correspondant rester immobile pendant un temps assez court, quoique les autres membres continuent à être agités.

» Cette transformation si curieuse du nerf excito-moteur, en nerf d'inhibition et d'arrêt, peut se retrouver passagèrement pendant les autres accidents du strychnisme.

Ainsi, à la première période, si les membres sont au repos, étendus et rigides, l'excitation du nerf sciatique avec un courant faible, 30 ou 32 du chariot, fait cesser momentanément la semi-contracture du membre correspondant; de même, à la fin des accès convulsifs de la seconde période, pendant la phase clonique, les excitations fortes du sciatique, qui pendant la contracture tonique n'avaient aucun effet appréciable, deviennent capables d'arrêter momentanément les secousses, soit dans le membre correspondant, soit quelquefois dans tout le corps.

» Je ne puis m'étendre sur les précautions nécessaires pour constater ces phénomènes; mais ces diverses observations sur les minimum d'excitation et sur la forme des réactions motrices me paraissent suffisantes pour établir que l'on doit modifier les théories classiques de l'intoxication strychnique.

» A aucune période, ou mieux à aucune dose, ce poison convulsivant n'augmente les fonctions normales de la moelle ou du bulbe; son premier effet appréciable du côté du cerveau et des nerfs sensitifs est de diminuer leur sensibilité; son premier effet du côté des mouvements est de substituer des formes pathologiques, contractures, convulsions ou chorée, aux formes de réactions normales; et tant que le mécanisme des diverses contractions n'aura pas été fixé, nous ne pourrons pousser plus loin l'analyse de cette intoxication. Mais nous sommes déjà autorisé à conclure que la strychnine trouble les fonctions du bulbe et de la moelle, au lieu de les exciter, et qu'elle diminue d'emblée la sensibilité. »

MÉDECINE. — *Sur le nervo-tabes périphérique (ataxie locomotrice par névrites périphériques, avec intégrité absolue des racines postérieures, des ganglions spinaux et de la moelle épinière).* Note de M. J. **Dejerine** (¹), présentée par M. Vulpian.

« Les troubles de la sensibilité et de la motilité, caractéristiques de la sclérose des faisceaux radiculaires postérieurs de la moelle épinière, sont bien connus depuis assez longtemps et constituent, par leur réunion, la maladie que l'on désigne sous le nom de *tabes dorsal* ou *ataxie locomotrice progressive*. Je me propose de démontrer, dans la présente Note, que des symptômes semblables, présentant avec ceux du *tabes dorsal* une analogie très grande, si ce n'est absolue, peuvent être observés en dehors de toute participation de la moelle épinière, et n'être que la conséquence de névrites périphériques généralisées.

» Deux cas, que j'ai eu l'occasion d'observer, en fournissent la démonstration complète.

» Le premier concerne un homme d'une quarantaine d'années, entré dans mon service à l'hôpital Lariboisière pour de la faiblesse des membres inférieurs. Ce malade présentait les symptômes de l'ataxie arrivée à une période assez marquée d'incoordination. Abolition du réflexe patellaire. Troubles très marqués de la sensibilité, anesthésie, analgésie dans les membres inférieurs. Pas de myosis. Diminution légère du volume des masses musculaires des membres pelviens. Signe de Romberg. Ce malade ayant succombé, l'autopsie me démontra les altérations suivantes. Moelle épinière, saine à l'œil nu. Racines postérieures, saines également à l'œil nu et au microscope.

(¹) Travail du laboratoire de M. Vulpian.

Les nerfs cutanés pris dans différents points de la peau des jambes et des cuisses, et traités comme les racines par l'acide osmique et le picrocarmin, montrent des altérations très prononcées de névrite parenchymateuse. La moelle épinière et les ganglions spinaux, examinés au microscope après durcissement, sont absolument sains.

» Le second fait, plus complet encore que le précédent, a trait à une femme que j'ai observée récemment à l'Hôtel-Dieu, dans le service de M. Vulpian, que je suppléais alors. Cette femme, d'une cinquantaine d'années, fut amenée sur un brancard à l'hôpital, ne pouvant pas marcher. Depuis plusieurs mois, dit-elle, elle a commencé à sentir des douleurs dans les membres inférieurs, et peu de temps après elle a commencé à avoir de la difficulté à marcher; peu à peu, elle est arrivée à ne plus marcher du tout. Depuis quelques semaines, elle accuse des douleurs dans les bras. C'est une femme légèrement cachectique, alcoolique probablement. La station debout est encore possible, mais à condition d'avoir les yeux ouverts, sinon elle s'affaisse. Pas de myosis. Amaigrissement des muscles du corps. Force musculaire encore très marquée. Diminution légère de la contractilité faradique. Incoordination absolue des membres inférieurs (mouvements de pantin), un peu moins intense aux membres supérieurs. Anesthésie et analgésie très marquées, avec retard de plusieurs secondes dans la transmission des impressions douloureuses, sur toute la surface du corps, la face exceptée. Pas de thermo-anesthésie. Abolition du réflexe patellaire. Les troubles de la sensibilité sont d'autant plus marqués que l'on examine des points de la peau plus inférieurs. A l'autopsie, on trouve une hépatite interstitielle. La moelle paraît saine à l'œil nu, ainsi que les racines. L'examen microscopique, pratiqué à l'état frais, m'a révélé les particularités suivantes. Les nerfs cutanés des jambes, des cuisses, des bras, de l'abdomen, du thorax, présentent des lésions de névrite parenchymateuse arrivée à un degré extrême. Il n'y a pas un tube sain par préparation dans les nerfs de la peau des cuisses et des jambes; l'acide osmique n'a aucune action sur eux. Mêmes altérations dans la peau des autres régions, diminuant légèrement à mesure que l'on remonte vers l'extrémité supérieure du corps. Altérations légères des nerfs intra-musculaires : légère multiplication des noyaux des faisceaux primitifs. Intégrité absolue des racines postérieures et antérieures dans toute la hauteur de la moelle. Après durcissement, la moelle épinière et les ganglions spinaux, examinés au microscope, ne présentent pas d'altérations.

» Voici donc deux faits, avec contrôle histologique, dans lesquels des

symptômes tabétiques très accentués, relèvent uniquement de névrites périphériques, sans participation aucune de la moelle épinière ou des ganglions spinaux au processus morbide. Ces faits, dont je ne connais aucun exemple analogue dans la littérature médicale, démontrent que certains syndromes tabétiques peuvent être réalisés en dehors de l'intervention de la moelle épinière, contrairement à ce que l'on croyait jusqu'ici. Dans un travail qui paraîtra sous peu, je les rapporterai avec plus de détails, au point de vue clinique, comme au point de vue anatomique.

» *Conclusions.* — On peut observer, en clinique, des troubles de la sensibilité et de la motilité, analogues à ceux du *tabes dorsal classique*, et cependant en différant complètement comme pathogénie, puisque la moelle est intacte, et qu'ils sont sous la dépendance de lésions des nerfs périphériques. On peut désigner cette affection sous le nom de *nervo-tabes périphérique*, par opposition au *tabes médullaire.* »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur l'épithélium sécréteur du rein des Batraciens.* Note de M. **J. Bouillot**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« Des recherches faites récemment dans le laboratoire de M. Milne Edwards, au Muséum, m'ont permis de constater quelques faits nouveaux relatifs au mode de destruction et de régénération de l'épithélium sécréteur du rein des Batraciens.

» Lorsqu'on examine la partie sécrétante du tube urinifère du rein des Batraciens, on voit que, en outre des cellules polyédriques que j'ai antérieurement décrites et qui tapissent le tube sur une certaine partie de son trajet, il existe encore deux autres formes de cellules, très faciles à étudier chez le Triton et l'Axolotl.

» La première est représentée par des cellules plates et très allongées, présentant une bordure hyaline, frangée, très épaisse, un noyau exactement appliqué contre la membrane basale et dont les dimensions sont en rapport avec le développement de la cellule. Ces noyaux sont enveloppés dans un lacis de fibrilles longitudinales qui cheminent le long de la paroi propre du tube et paraissent se continuer d'une cellule à l'autre.

» Cette forme passe insensiblement à la forme polyédrique, et celle-ci à la troisième, c'est-à-dire à des cellules très élevées, limitées du côté de leur face libre non plus par une bordure hyaline, mais par une simple cuticule qui les entoure complètement. Leurs dimensions sont très variables; et parmi elles il en est qui, prenant un développement énorme, s'étirent

par leur base, se renflent par leur sommet et, faisant alors librement saillie dans la lumière du tube, figurent une sorte de ballon à col rétréci.

» Cette forme remarquable prend naissance sous l'influence de la suractivité nutritive à laquelle est soumise la cellule; elle représente du reste le terme ultime de son évolution.

» A la base de ces cellules on observe encore des striations granuleuses; mais le plus souvent elles sont masquées par l'application d'un grand nombre de granulations de nature protéique, colorables en jaune par l'acide osmique, et qui donnent à ces cellules un aspect mûriforme.

» Quelques-unes de ces cellules sont manifestement en activité; elles ont subi une sorte d'éclatement; la légère cuticule qui les recouvrait s'est rompue et leur contenu communique librement avec le liquide qui remplit déjà la lumière du tube. Si préalablement on a fait à l'animal une injection de chlorhydrate de pilocarpine ($0^{gr},005$) et que l'on ait attendu une heure environ, on observe, sur les coupes, qu'il s'est opéré dans ces cellules des modifications très analogues à celles qui se passent dans les cellules d'une glande pendant l'excitation du nerf.

» Toutes ces cellules entrent brusquement en activité, éclatent et laissent échapper leur contenu; quelquefois l'intensité du phénomène est telle que le noyau lui-même est expulsé, ou bien au contraire il se désorganise et n'est plus représenté dans la cellule vide que par une sorte de carapace insensible aux réactifs colorants.

» D'un autre côté, la régénération de l'épithélium paraît s'effectuer dans le rein des Batraciens, comme dans les autres glandes; en effet, un grand nombre de cellules possèdent à l'état normal, outre le noyau proprement dit, un ou deux noyaux beaucoup plus petits (noyaux du pied) et qui persistent avec tous leurs caractères après la destruction de la cellule.

» Ces noyaux sont certainement destinés à remplacer les noyaux primitifs lorsqu'ils disparaissent, et on peut les reconnaître à leur position et à l'intensité de leur coloration dans les cellules aplaties qui représentent le premier stade de l'évolution de l'épithélium.

» *Conclusions.* — La cellule rénale, dans une certaine partie du tube urinifère, se comporte chez les Batraciens comme une cellule glandulaire vraie.

» Elle évolue, entre en activité, puis disparaît.

» L'activité à l'état normal ne se manifeste que sur un nombre limité de cellules; elle se généralise sous l'influence du chlorhydrate de pilocarpine.

» La régénération de l'épithélium est assurée par les noyaux du pied.

» La plus grande analogie existe entre la partie sécrétante du tube urinifère du rein des Batraciens et la glande à venin des mêmes animaux, telle que l'a décrite Calmels. »

GÉOLOGIE. — *Horizons dioritiques de la Corse; leurs âges.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Daubrée.

« Le titre que je viens d'écrire n'implique, pour le moment du moins, aucune idée sur l'origine des roches dioritiques de la Corse; il exprime seulement un fait d'observation que je considère comme bien établi par mes recherches : c'est que, au lieu de traverser un grand nombre de terrains, comme on l'avait admis jusqu'ici, les roches constituant cette grande division minéralogique sont bien cantonnées dans un très petit nombre de niveaux.

» Au point de vue stratigraphique, les roches dioritiques se présentent en Corse dans trois conditions absolument différentes, malgré la confusion qui a toujours régné à ce sujet. Il faut distinguer : 1° la célèbre diorite orbiculaire de San Luccia de Tallano; 2° la diorite à petits grains de la pointe Parata et de la rade d'Ajaccio; 3° la diorite des terrains ophiolithiques.

» I. *Diorite orbiculaire de San Luccia.* — J'ai toujours soutenu que cette roche célèbre n'était pas un filon, qu'elle était absolument liée au granite encaissant auquel elle passait par degrés insensibles, que c'était un simple accident purement chimique. Or M. Hans H. Reusch, qui a publié récemment un intéressant travail sur la Corse, écrit à propos du gisement qui nous occupe : « Nous sommes porté à croire que le granite et la diorite » appartiennent à la même éruption ». (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 3e série, t. XI; 1882.) Mais il y a plus, M. Vogelsang a aussi remarqué que les magmas cristallins composés de feldspath et d'amphibole, dans ces contrées, sont liés au quartz d'une telle manière, qu'il faut les faire dériver l'un de l'autre par l'effet d'une section secondaire. (*Ibid.*) C'est exactement la conclusion à laquelle j'étais arrivé dès ma première étude de San Luccia, il y a onze ans, et qui n'a fait que s'affermir par les deux autres visites que j'ai faites à ce gisement célèbre.

» II. *Diorites de la rade d'Ajaccio.* — La roche se rapportant à cette division est très développée sur la côte occidentale : on peut prendre pour type l'énorme gisement de la pointe Parata et l'ouest de la rade d'Ajaccio. Cette roche est vert foncé, à grain fin, et se rapproche, comme aspect général, des

diorites types des Alpes et des Pyrénées. Elle est intercalée dans un granite du bord porphyroïde et quartzeux, mais qui passe bientôt au granite ordinaire. Ce granite, depuis la pointe Parata, affecte une disposition stratifiée absolument marquée. D'un autre côté, l'étude du rivage et de la chaîne de montagnes qui s'étend entre la pointe Parata et Ajaccio permet immédiatement de reconnaître l'existence des quatre faits suivants : 1° la diorite se montre non plus en masse comme à la pointe Parata : elle est en couches parfaitement définies, alternant avec des assises de granite ; 2° les couches de diorite deviennent de plus en plus minces sans rien perdre de leur complète régularité ; 3° elles arrivent dans le granite à des intervalles de plus en plus éloignés, jusqu'à ce qu'elles disparaissent complètement pour abandonner toute la place au granite ; 4° les couches de diorites sont à la fois parallèles entre elles et parallèles aux assises du granite.

» Les conditions de gisement de la roche dioritique de ce second groupe sont en opposition complète avec celles de la diorite orbiculaire. Ici la disposition en couches est absolument nette, tandis que rien de semblable n'existe pour la diorite de San Luccia ; la composition chimique de la diorite de la rade d'Ajaccio est très différente de celle du granite encaissant et la séparation est absolument brusque, tandis qu'à San Luccia le passage se fait par degrés tout à fait insensibles. Ceci étant, les roches dioritiques constituant les deux premières divisions sont des roches très différentes : elles n'ont en réalité qu'un seul lien commun, celui de l'âge ; l'une et l'autre, en effet, sont en relation complète et exclusive avec le granite ; seulement la diorite de San Luccia faisant partie intégrante du granite en suivra nécessairement la fortune au double point de vue de l'âge et de l'origine, tandis que, dans une mesure qui reste à préciser, il en sera autrement de la diorite et du granite de la rade d'Ajaccio.

» III. *Diorites des terrains ophiolithiques métallifères.* — J'ai montré que ces terrains devaient très probablement être rapportés au permien, qu'ils étaient, dans tous les cas, plus récents que le marbre fossilifère de Corse. Les diorites de cette troisième division sont dès lors séparées de celles de la première et de la seconde par plusieurs milliers de mètres de granite, de protogyne, de gneiss, de schistes et de calcaires fossilifères. Cet âge, relativement récent, différencie d'une manière absolue les diorites ophiolithiques de celles qui constituent les deux premières divisions ; mais une autre différence, dont je ferai voir toute l'importance quand j'examinerai les questions d'origine, est la pénétration constante des diorites de la troisième division par des dépôts calcaires absolument contemporains des roches dio-

ritiques. C'est donc tout à fait à tort que M. Hans H. Reusch, dans son travail sur la Corse, confond dans un même groupe les diorites d'Ajaccio, qui sont de l'âge du granite, et celles de la gare de Bastia, qui appartiennent à l'horizon ophiolithique.

» Un fait général d'un tout autre ordre est encore résulté de mes recherches en Corse. Il comporte un long développement, mais je dois le formuler dès aujourd'hui, à cause de sa grande importance industrielle; c'est celui-ci : les gisements métallifères sulfurés, si nombreux en Corse, sont généralement en relation directe avec des dépôts dioritiques et serpentineux. Or ces dépôts dioritiques *métallifères* appartiennent, *sans une seule exception à ma connaissance*, au troisième horizon, c'est-à-dire au trias ou au permien.

» Les faits exposés dans cette Note et dans la précédente conduisent aux conclusions suivantes :

» Il existe en Corse trois horizons dioritiques : 1° celui de San Luccia di Tallano, complètement lié comme âge et comme origine au granite encaissant; 2° celui de la rade d'Ajaccio, également lié au granite, mais qui s'en distingue nettement par sa disposition stratifiée et sa composition chimique; 3° celui des terrains ophiolithiques, de l'âge du trias ou du permien, mais caractérisé surtout par ce fait qu'il constitue un véritable étage dans le sens stratigraphique du mot, étage qui s'étend, comme je l'ai montré, sur plus de 200^{km}.

» Les très nombreux gisements de minerais métallifères sulfurés qui se montrent, en Corse, en relation directe avec les roches dioritiques et serpentineuses appartiennent exclusivement au troisième niveau. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Discussion des causes auxquelles on doit attribuer le mouvement des glaciers*. Note de M. **Walter R. Browne**, présentée par M. Tresca. (Extrait par l'auteur.)

« On admet en général que la fusion de la glace, sous l'influence de la pression, constitue la cause première du phénomène, mais on n'a pas encore démontré l'existence d'une pression suffisamment grande pour produire cet effet, et dès lors l'explication pèche par sa base.

» Les principaux faits à expliquer sont les suivants : 1° les phénomènes du mouvement d'un glacier sont ceux que présente une masse solide en voie d'écoulement; 2° l'explication, pour être probante, devra s'appliquer aussi bien aux immenses amas de la période glaciaire qu'aux glaciers actuels

des Alpes et des régions arctiques; 3° les glaciers se déplacent en hiver et en été, pendant la nuit et pendant le jour.

» Les seules expériences que nous connaissons sur la résistance de la glace sont dues à Moseley, et elles établissent qu'une charge de 8^{kg} par centimètre carré environ est nécessaire pour en déterminer la rupture. On arrive d'ailleurs à une évaluation presque identique si l'on fait remarquer qu'il existe des aiguilles de glace, soit dans les glaciers, soit dans les *icebergs*, qui s'élèvent au moins à 100^m de hauteur.

» Au point de vue de l'inclinaison du sol, on arrive aussi à reconnaître que, pour une pente de $\frac{1}{4}$, il faudrait de même une épaisseur de 100^m pour déterminer le glissement. Il y a cependant beaucoup de glaciers qui n'ont ni 100^m de hauteur, ni même une inclinaison de $\frac{1}{40}$, et qui cependant sont constamment en mouvement.

» Au reste, toutes les théories proposées sont insuffisantes, au moins sous quelque point de vue, ainsi qu'il est facile de le constater par l'énumération des explications proposées : 1° le glacier glisse simplement sur son lit comme une masse solide; cette assimilation ne rend pas compte de ce que le mouvement est plus rapide en certains points; 2° le glacier cède à l'action de son propre poids comme une masse solide, dans la période qui précède la rupture et qui a été nettement indiquée par M. Tresca, sous le nom de *période de fluidité*; 3° le glacier se meut par suite de ruptures qui se produisent dans le voisinage de sa base; mais M. Moseley a fait voir que la résistance à la rupture est incomparablement plus grande que la résistance de la glace au cisaillement; 4° le glacier se meut par suite de la fusion de sa base au contact des roches sur lesquelles elle repose; cette explication, qui est celle de M. Hopkins, est déduite d'une expérience faite sur un bloc de glace reposant sur une ardoise légèrement inclinée : tout au plus pourrait-elle s'appliquer aux bords du glacier, mais non dans le fond; 5° suivant Tyndall, Cloll et autres physiciens, la descente du glacier se produirait par une liquéfaction déterminée par la compression : l'eau coulerait vers l'aval et serait de suite recongelée, mais il faudrait pour cela que toutes les parties du fond fussent soumises à une pression suffisante; et cependant la pression de chaque atmosphère ne fait varier le point de fusion que de $0°,0042$: il faudrait une hauteur de glace de 2500^m pour faire varier la température de 1° seulement.

» Toutes ces explications ont cela de commun, qu'elles considèrent exclusivement la gravité comme l'agent direct du mouvement. La seule cause à laquelle on puisse raisonnablement attribuer le mouvement des glaciers

est la chaleur. Cette suggestion a été longuement développée par Moseley. Le phénomène serait ainsi dû à ce que le coefficient de dilatation de la glace est très grand, 0,0000158 par degré C.; la masse s'allonge pour toute élévation de température, et la pente du lit facilite cet allongement à se manifester du côté de la base; la masse ne saurait s'élever lors de la contraction suivante, due à un nouveau refroidissement, et le résultat final se trouverait être un abaissement général. La controverse soulevée par les vues du célèbre mécanicien ont été interrompues par sa mort, en sorte que deux objections principales subsistent encore. On a fait remarquer qu'un glacier interrompu par des crevasses diffère beaucoup d'une masse continue, et ne ressemble que de bien loin à la plaque de plomb sur laquelle les expériences de Moseley ont été faites; si ces crevasses se traduisaient par une solution complète de continuité, cet argument aurait peut-être quelque valeur, mais on ne saurait mieux expliquer leur formation que par la flexion de la masse de glace sur un lit convexe, auquel cas la séparation ne se prolongerait tout au plus, en raison de la courbure, que jusqu'au milieu de l'épaisseur. On a dit aussi que l'action de la chaleur ne pouvait s'étendre par voie de conductibilité jusqu'aux couches inférieures; mais le résultat serait encore le même, au moins quant au sens dans lequel les mouvements seraient effectués.

» Une objection plus sérieuse demande à être examinée : elle consiste en ce que, s'il en était ainsi, on aurait dû constater des abaissements et des relèvements alternatifs dans la marche du phénomène. L'observation directe n'a rien appris à cet égard, mais n'est-on pas en droit de faire remarquer, d'une part, que les observations n'ont jamais été faites à des intervalles très rapprochés; d'autre part, que ces alternatives ne peuvent manquer d'être très atténuées, quant à leur étendue, à la partie inférieure du glacier? Tout récemment, M. le Dr Schuster a fait connaître à l'Association britannique que les mouvements des glaciers sont beaucoup plus variables, du jour au lendemain, que l'on n'était porté à le croire.

» J'appellerai encore l'attention sur quelques circonstances qui trouvent une interprétation favorable dans les effets de la chaleur, sans être aucunement expliqués dans la théorie de la gravitation.

» 1° Il est bien établi que les glaciers qui débouchent d'une gorge étroite dans une vallée beaucoup plus large s'y épanouissent en forme d'éventail : c'est ce qui se présente notamment au glacier du Rhône et surtout dans celui de Norwège signalé par M. le Professeur Jexa. L'action de la gravité ne saurait rendre compte de cet épanouissement, tandis que la di-

latation, en s'exerçant dans toutes les directions, en donne la véritable raison.

» 2° Il en est de même relativement aux crevasses longitudinales que l'on observe sur les bords des glaciers, particulièrement dans les parties où ils s'élargissent; ces crevasses, dues à la convexité du profil transversal du lit, ne peuvent être dues à l'action de la pesanteur.

» 3° Les stries si profondément gravées sur les roches d'encaissement des anciens glaciers ne sembleraient-elles pas confirmer les mouvements alternatifs dont il vient d'être question, alors qu'il est difficile d'admettre que ces stries aient pu être produites jusqu'à une telle profondeur, et en une seule fois, par le passage d'une pierre dure empâtée dans la masse glacée?

» A titre de conclusion, j'ajouterai que les partisans de la théorie de la gravitation sont inhabiles à expliquer ce que devient l'énergie calorifique importée à un glacier par la radiation solaire; cette énergie est la même, quelle que soit la température de l'air; cependant le glacier ne fond pas, et il ne paraît pas déraisonnable d'admettre que cette énergie se trouve utilisée à produire la descente graduelle de la masse, au moyen de nombreuses alternances d'expansion et de contraction. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Tremblement de terre ressenti à Ghadâmès, à la fin du mois d'août* 1883. Note de M. **Duveyrier**, présentée par M. Daubrée.

« D'après une Lettre que je viens de recevoir, on a été témoin à Ghadâmès, vers la fin du mois d'août, d'un tremblement de terre accompagné de détonations semblables à des coups de canon, mais avec des grondements beaucoup plus forts. Ces détonations remplirent d'épouvante les habitants : on les entendait jusqu'à une distance de dix marches (environ 350^{km} de la ville), suivant les directions des quatre points cardinaux.

» Mes observations astronomiques, calculées à Paris par M. Radau, placent Ghadâmès par 30° 7′ 48″ de latitude nord et 6° 43′ 15″ de longitude est. Le seul indice d'action volcanique que j'aie constaté dans cette oasis est la température de la riche et belle source qui l'arrose. Le 9 décembre 1860, l'air étant à 17° à l'ombre, la température du grand bassin qui reçoit les eaux, et dans lequel je prenais un bain (il m'était impossible de plonger jusqu'à l'orifice de la source même), était de 30°,15. »

M. H. Filhol prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats au prix *Petit d'Ormoy*, pour les Sciences naturelles; il joint à cette demande une liste de ses travaux sur la Paléontologie.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. Jolly demande et obtient l'autorisation de retirer le Mémoire qu'il a adressé pour le Concours du prix Barbier, sur le rôle des phosphates chez les êtres vivants.

La séance est levée à 4 heures et demie.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 octobre 1883.

Notice sur la vie et les travaux de Frédéric Wœhler; par Ad. Wurtz. Paris, Imp. A. Quantin, 1883; br. in-8°. (Extrait de la *Revue scientifique*.)

Sur la force des matières explosives d'après la Thermochimie; par M. Berthelot; 3e édition. Paris, Gauthier-Villars, 1883; 2 vol. in-8°.

Nouveau Dictionnaire de Médecine et de Chirurgie pratiques, dirigé par M. le Dr Jaccoud; t. XXXIV, SU-SY; t. XXXV, TA-TO. Paris, J.-B. Baillière, 1883; 2 vol. in-8°.

Études expérimentales sur la contagion de la fièvre jaune; par le Dr D. Freire. Rio de Janeiro, 1883; in-8°.

Exposition universelle de 1878 à Paris. Le grand-duché de Finlande. Notice statistique; par K.-E.-F. Ignatius. Helsingfors, imprimé aux frais de l'État, 1878; in-8°.

Acta Societatis Scientiarum Fennicæ; t. XII. Helsingforsiae, 1883; in-4°.

Denkschriften der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Classe; XLV Band. Wien, 1882; in-4°.

Annali dell' Ufficio centrale di Meteorologia italiana; série II, vol III, Parte I, II, III, 1881. Roma, tipogr. Bodoniana, 1882-1883; 3 vol in-f°.

Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio. Annali di Agricoltura, 1883. *Atti della Commissione consultiva per la Fillosera. Sessioni di giugno e luglio* 1883. Roma, tipogr. Botta, 1883; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 OCTOBRE 1883.

Direction générale des douanes. Tableau général du commerce de la France avec ses colonies et les puissances étrangères pendant l'année 1882. Paris, Imp. nationale, 1883; gr. in-4°.

Recherches sur le système nerveux des Poissons; par ÉMILE BAUDELOT. *Ouvrage précédé d'un avertissement par M.* ÉMILE BLANCHARD. Paris, G. Masson, 1883; in-4° avec planches. (Présenté par M. E. Blanchard.)

Comité central agricole de la Sologne. Etude générale sur les eaux potables en Sologne; par le Dr E. BURDEL. Romorantin, Imp. E. Joubert. 1882; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

La vigne et le vin. Manuel du planteur de vigne dans les terrains pauvres et spécialement dans la Sologne; par le Dr E. BURDEL. Paris, G. Masson, 1881; 1 vol in-18. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Trichine et trichinose. Compte rendu du livre de M. Joannes Chatin; *par M.* F. RUYSSEN. Paris, imp. Ed. Duruy, 1883; br. in-8°.

Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels; par J. POST, traduit de l'allemand par L. GAUTIER et P. KIENLEN, fasc. 5 (p. 641 à 800). Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Sur les quatre os intermaxillaires, le bec-de-lièvre et la valeur morphologique des dents incisives supérieures de l'homme. — Sur le crâne remarquable d'une idiote de 21 ans; par M. le prof. P. ALBRECHT. Bruxelles, A. Manceaux, 1883; 2. br. in-8°.

Mémoire sur l'épaisseur des berceaux horizontaux; par M. E. LEBON. Paris, Gauthier-Villars, 1883; br. in-8°.

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le doctorat ès sciences physiques; par M. L. BOURGEOIS. 1re Thèse : *Reproduction par voie ignée d'un certain nombre d'espèces minérales appartenant aux familles des silicates, des titanates et des carbonates. —* 2e Thèse : *Propositions données par la Faculté.* Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-4°.

Vaccinations. Lettre à M. le Ministre de l'Instruction publique. Lettre à MM. les Députés; par le Dr CH. PIGEON (de la Nièvre). Fourchambault (Nièvre), chez l'auteur, 1883; br. in-8°.

L. ÉVRARD. *La santé du peuple.* Bruxelles, Lebègue et Cie, 1883; 1 vol. in-12.

Hourly readings, 1881; Part IV, october to december. London, J.-D. Potter, 1883; in-4°.

The quarterly weather Report, 1877. *Appendices and plates*. London, J.-D. Potter, 1883; in-4°.

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz, 19-27 Lieferung. Bern, J. Dalp, 1883; 2 vol. in-4°.

Tafeln zur Berechnung der Mondesfinternisse. — Ermittlung der Störungswerthe in den Coordinaten, etc. — Tafeln für den Planeten (58) *Concordia; von* TH. V. OPPOLZER. Wien, 1883; 3 br. in-4°.

Sopra una serie per la calcolazione numerica delle perturbazioni planetarie. Nota di A. DE GASPARIS. Napoli, 1883; in-4°.

L'Etna e l'eruzione del mese di marzo 1883. *Ricerche e relazione del* Dr L. RICCIARDI. Catania, tipogr. Galatola, 1883; in-4°.

Sulla diffusione del vanadio nel regno minerale e vegetale. — Sulla composizione chimica dei bazalti di Cattolica e Tremiglia e di una breccia basaltica. Ricerche del Dr L. RICCIARDI. (Dagli *Atti dell' Accademia Gioenia di Scienze naturali in Catania.*)

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 OCTOBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la nouvelle perte douloureuse qu'elle vient de faire en la personne de M. *Louis Breguet*, Académicien libre, et il ajoute :

« Depuis quelques mois, l'Académie est cruellement frappée. M. Breguet que l'âge semblait n'avoir point touché, M. Breguet que nous venions de voir plein de vie dans une réunion amicale des membres de l'Institut, tombait au lendemain, comme foudroyé; c'était la nuit du 26 au 27 octobre.

» Avec M. Breguet s'efface, du moins pour un temps, un nom célèbre dans les arts mécaniques dès le XVIII[e] siècle. Avec notre excellent Confrère, disparaît un de ces habiles et ingénieux constructeurs d'instruments de précision, à la fois artistes et savants, qui rendent à l'industrie d'immenses services et qui deviennent souvent une providence pour les physiciens et les astronomes, surtout les inventeurs. Tels ont été Gambey et Breguet, que l'Académie voulut s'associer.

» Nous avons rendu aujourd'hui même les honneurs funèbres à M. Bre-

guet. Sur la tombe, M. Janssen s'est fait l'interprète de l'Académie, M. l'amiral Cloué a parlé ensuite au nom du Bureau des Longitudes, et un représentant de l'établissement que dirigeait si brillamment notre Confrère a exprimé les regrets de ses collaborateurs de tout ordre. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Etude sur les déformations géométriques déterminées par l'écrasement d'un parallélépipède rectangle avec allongement dans une seule direction;* par M. **Tresca**.

« On se ferait une très fausse idée des déplacements moléculaires qui se produisent dans un cylindre écrasé entre ses deux bases, en admettant que toutes les sections transversales s'agrandissent simultanément, ainsi que ces bases, et que chaque tranche cylindrique se transforme en une autre tranche cylindrique de moindre hauteur et de plus grand diamètre.

» Nous avons déjà montré que chaque section transversale, au lieu de rester plane, se courbe et prend une forme lenticulaire, en même temps que la diminution de hauteur, suivant l'axe, de couches supposées égales, plus marquée au milieu de la hauteur du cylindre, est presque nulle vers les bases.

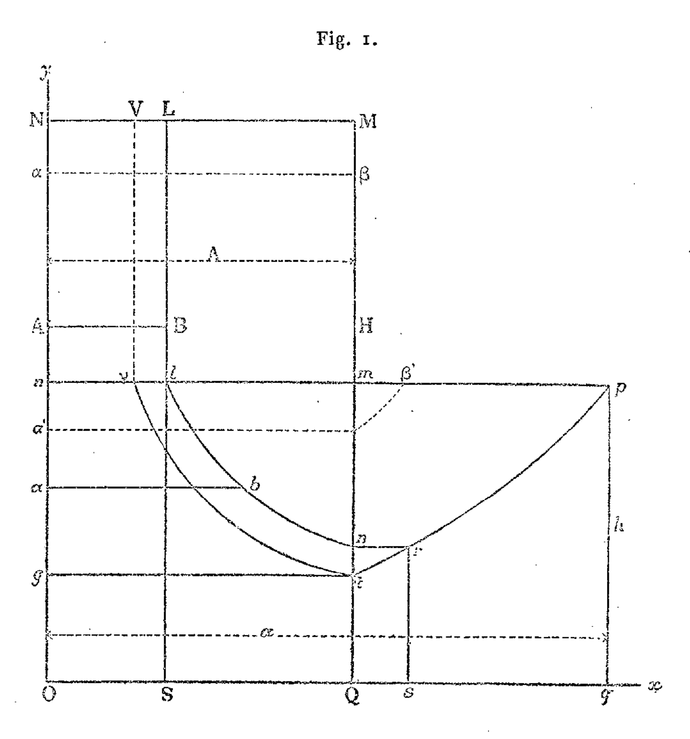
» A moins que les cales ne soient très bien polies, ou qu'elles soient striées, par rabotage, de fines rainures lisses, toutes dirigées vers le même sens, leur adhérence est telle que les bases primitives du cylindre n'éprouvent aucune modification dans leurs dimensions, et que l'augmentation du diamètre de la pièce est uniquement due, tout au moins dans les déformations effectuées avec une grande lenteur, au déversement extérieur de la matière comprise entre ces bases jusque dans les plans des cales. Cette condition géométrique de la permanence des bases suffit pour expliquer le mode de déformation que nous avons observé; mais, pour en saisir les détails, il est tout d'abord nécessaire de nous occuper d'un parallélépipède rectangle, écrasé entre deux de ses faces parallèles.

» Encore devrons-nous supposer, dans une première étude, que ce parallélépipède est comme placé dans un étui ou, en terme de métier, dans une étampe, et qu'il ne peut s'allonger que dans un seul sens.

» Il suffira, dans cette condition, de caractériser le mode de déformation de l'une quelconque de ses sections longitudinales, comprise entre deux lignes indéfinies, et d'examiner comment, les bases supérieure et inférieure restant indéformées, les horizontales et les verticales de cette section devront nécessairement se transformer.

» Pour simplifier encore la question, nous ne considérerons que la moitié du parallélépipède, moitié dont l'une des extrémités restera verticale par raison de symétrie, et nous supposerons que l'autre extrémité restera également verticale, ce qui est, dans la plupart des circonstances, à peu près vérifié par l'expérience. La base Ox de la représentation sera également l'horizontale moyenne à partir de laquelle toutes les déformations devront aussi être symétriques, de manière que le rectangle MO ne figure en réalité que le quart de la section primitive. Nous admettrons encore que le volume total reste constant et que par conséquent l'aire de

Fig. 1.



notre section reste constante, le rectangle primitif qui la constituait se transformant nécessairement en un rectangle Op de hauteur moindre et de plus grande longueur.

» Comment le rectangle primitif MO pourra-t-il se transformer en un autre rectangle pO, et chacune des aires rectangulaires comprises dans le rectangle primitif en autant d'aires équivalentes déformées dans le rectangle final? Toute la difficulté consiste en ce que, pendant l'écrasement, MN ne peut recevoir aucun changement de dimension, mais se transporter seulement en mn en conservant sa vraie grandeur primitive.

» Un point L intermédiaire, pris sur MN, ne pourra de même se transporter que d'un mouvement vertical en l, de manière que $nl = \text{NL}$.

» La verticale MQ, qui fermait le rectangle primitif, étant devenue pq, le point Q se sera transporté en q, et la base OQ se sera allongée en Oq, de Qq. Dans ce mouvement, le point S se sera transporté en s, et il faudra que la figure O$nlrs$, quelle qu'elle soit, comprenne une aire $\text{B} \times \text{H}$ égale à celle du rectangle ONLS, dont la hauteur ON est représentée par H et la base OS par B.

» Soit la nouvelle hauteur $on = h$; on aura nécessairement

$$\text{B} \times \text{H} = \text{B} \times h + \text{aire S}ln\text{Q} + \text{aire Q}nrs,$$

relation que nous développerons de la manière suivante :

$$\text{B} \times \text{H} = \text{B} \times h + \text{B} \times h \log\text{hyp}\frac{\text{A}}{\text{B}} + (x - \text{A})y.$$

» Cela revient à admettre que la partie supérieure de la verticale LS se transforme en une hyperbole équilatère ln, prolongée par une horizontale nr, et que sa partie inférieure est restée verticale en rs.

» En ce qui concerne la forme hyperbolique de la courbe ln, elle serait la conséquence absolue de l'hypothèse bien naturelle que l'on ferait en supposant que toutes les horizontales restent horizontales tant qu'elles restent dans le bloc primitif; et, quant au pli supposé en r, il n'est que la reproduction du pli qui se forme nécessairement en p, les deux droites mp, pq, qui font entre elles un angle droit, se trouvant la représentation des points successifs de la verticale primitive MQ, côté extérieur du rectangle primitif.

» Si l'on se donne arbitrairement A, H et h, l'équation précédente contient encore trois variables, B, x et y, mais il est facile d'éliminer la première par suite de la relation $\text{B}h = \text{A}y$, d'où $\text{B} = \frac{\text{A}y}{h}$, y étant l'ordonnée du point n, ce qui donne par substitution

$$\text{A}y\frac{\text{H}}{h} = \text{A}y + \text{A}y \log\text{hyp}\frac{h}{y} + xy - \text{A}y,$$

ou, après réduction,

$$\log\text{hyp}\frac{h}{y} = \frac{\text{H}}{h} - \frac{x}{a}.$$

» Si l'on désigne par a la longueur finale Oy du bloc, on peut encore

simplifier cette relation en remarquant que $AH = ah$, ce qui conduit en définitive à

$$\log \text{hyp} \frac{h}{y} = \frac{1}{A}(a - x).$$

» Cette équation en x et y n'est autre que celle de la transformée *trp* de l'horizontale *nlm*, la portion *nv* de cette droite se trouvant ainsi transportée en *tg*. Le rectangle O*m* se trouve ainsi décomposé, de deux manières différentes, en quatre aires respectivement égales aux quatre rectangles partiels qui forment le rectangle primitif OM, savoir :

$$\text{O}nlurs = \text{ONLS}, \quad srulpq = \text{SLMQ},$$
$$\text{O}gtrpq = \text{O}nm\text{Q}, \quad gnlart = n\text{NL}l.$$

» Cette décomposition, pour le même écrasement N*n*, pourrait être faite de la même façon par des hyperboles équilatères différentes et la même logarithmique *tp*, pour toute autre verticale L'S' substituée à LS, ce qui suffit pour établir la possibilité de la recherche d'un quadrillage de O*m* équivalent à tel quadrillage que l'on aurait effectué sur OM.

» Le rectangle O*gt*Q est en même temps l'équivalent du rectangle primitif *n*NV*v*, et nous désignerons sous le nom de *principales*, pour l'écrasement N*n*, l'hyperbole *vt* et la logarithmique *tp*, qui aboutissent l'une et l'autre au même point *t* de la verticale *m*Q.

» Au-dessous de la logarithmique principale, les différentes couches horizontales, équidistantes avant toute déformation, seront représentées par des horizontales d'une équidistance moindre, prolongées par des logarithmiques également équidistantes.

» Au-dessus de la ligne *gt*, horizontale du point *t*, chaque horizontale primitive, telle que AB, sera encore représentée par une horizontale *ab*, également prolongée par une logarithmique analogue, et la hauteur *na* se calculera en exprimant que le rectangle ANLB comprend une aire égale à la figure *anlb* terminée par l'arc d'hyperbole *lb*.

» Pour fixer complètement les idées sur les différentes transformations qui résultent des précédentes considérations géométriques, nous en donnons une figure complète pour un cas particulier dans lequel toutes les cotes ont été numériquement calculées.

» On a pris arbitrairement pour exemple un rectangle OM, dont la base $OQ = 4$, et la hauteur $ON = 8$, divisé en petits carrés de côtés égaux à 1, numérotés de 1 à 32, et l'on a reporté la même numérotation sur les

aires transformées par l'écrasement, qui aurait réduit la hauteur primitive à moitié, en $On = 4$.

» L'équation générale des trois hyperboles équilatères A, B, C sera $xy = x_0 y_0$, et pour chacune d'elles respectivement

$$xy = 1 \times 4, \quad xy = 2 \times 4, \quad xy = 3 \times 4.$$

» Leurs points de rencontre avec la verticale mQ seront, pour $x = 4$,

$$y = 1, \quad y = 2, \quad y = 3.$$

» La logarithmique principale K devient ici

$$\log \text{hyp} \frac{4}{y} = \frac{1}{4}(8 - x),$$

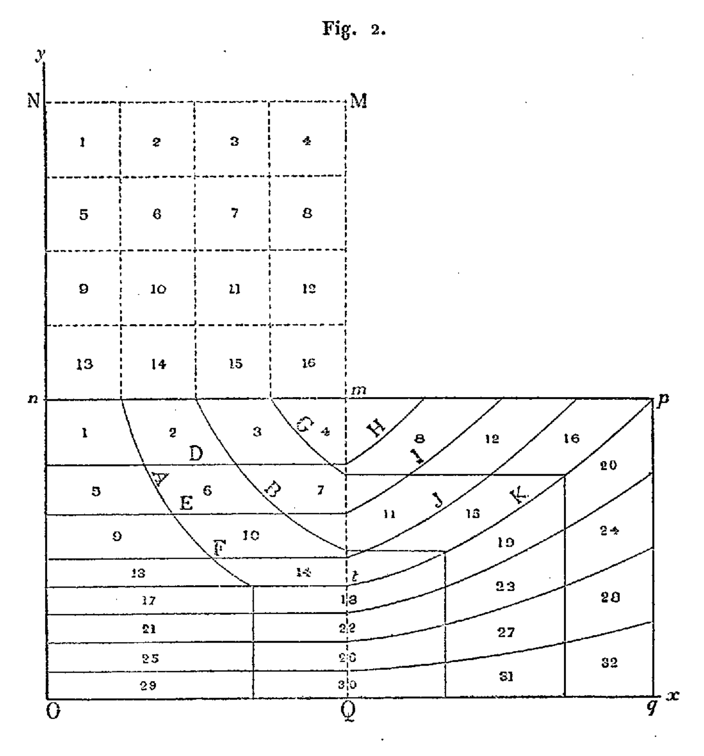
ce qui donne, pour $x = 8$, $y = 4$, et, pour $x = 4$,

$$\log \text{hyp}\, y = \log \text{hyp}\, 4 - 1 = 0,3863,$$

d'où $y = 1,47153$, ordonnée du point t.

» En prenant le quart de cette ordonnée, nous obtiendrons la hauteur

Fig. 2.



0,36788 de chacune des quatre tranches inférieures, et il suffira de pro-

longer les horizontales correspondantes par des logarithmiques aboutissant aux hauteurs 1, 2, 3 de la verticale *pq*.

» Les ordonnées y_1 des horizontales situées au-dessus de *gt* seront obtenues par l'équation générale

$$x_0 y_0 \operatorname{loghyp} \frac{y_0}{y_1} = n\omega,$$

où ω représente l'un des petits carrés et où l'on fait successivement $n = 3$, $n = 2$, $n = 1$, ce qui fournit les trois équations distinctes

$$4 \operatorname{loghyp} \frac{4}{y_1} = 3, \quad 4 \operatorname{loghyp} \frac{4}{y_1} = 2, \quad 4 \operatorname{loghyp} \frac{4}{y_1} = 1,$$

et donne pour y_1 les trois valeurs

$$\text{pour D} : y_1 = 3{,}108, \quad \text{pour E} : y_1 = 2{,}426, \quad \text{pour F} : y = 1{,}895.$$

» Il ne nous reste plus qu'à prolonger ces horizontales par les logarithmiques correspondantes, qui auront pour équation commune

$$\operatorname{loghyp} \frac{y_0}{y_1} = \frac{a'}{A} - 1,$$

en désignant par a' l'abscisse de leur point de rencontre avec *pn*, ce qui donne, en mettant pour $\operatorname{loghyp} \frac{y_0}{y_1}$ sa valeur, telle qu'elle vient d'être indiquée,

$$\frac{n\omega}{x_0 y_0} = \frac{a'}{A} - 1 \quad \text{et} \quad a' = A\left(\frac{n\omega}{x_0 y_0} + 1\right) = 4\left(1 + \frac{n}{4}\right) = 4 + n,$$

et revient à

$$a' = 5 \text{ pour H}, \quad a' = 6 \text{ pour I}, \quad a' = 7 \text{ pour J}.$$

» Les points de rencontre des verticales avec la logarithmique principale se trouveraient par notre première relation.

» Cette équidistance des points de rencontre des logarithmiques supérieures avec la face de dessus va nous permettre de trouver la loi des épaisseurs des couches sur la longueur de l'axe ON (*fig.* 1).

Soit, en effet, une couche $\alpha\beta$, ayant pour ordonnée y_α; l'abscisse $n\beta'$ de son point de rencontre avec la face supérieure du parallélépipède, après sa transformation, donnera lieu à la proportion

$$\frac{n\beta' - nm}{np - nm} = \frac{\text{NO} - \text{N}\alpha}{\text{NO} - \text{N}n}$$

ou, en désignant par $x_{\beta'}$ et y_α l'abscisse du point β' et l'ordonnée du point α,

$$\frac{x_{\beta'} - A}{a - A} = \frac{H - y_\alpha}{H - h},$$

d'où l'on tire

$$x_{\beta'} - A = (a - A)\frac{H - y_\alpha}{H - h}.$$

» D'un autre côté, nous savons que la logarithmique du point β', si l'on désigne par y_α l'ordonnée de son point de rencontre avec MQ, doit satisfaire à la relation

$$\operatorname{loghyp}\frac{h}{y_\alpha} = \frac{x_{\beta'} - A}{A}$$

et, en y substituant la valeur précédente du second membre,

$$\operatorname{loghyp}\frac{h}{y_\alpha} = \left(\frac{a - A}{A}\right)\frac{H - y_\alpha}{H - h}.$$

» On voit ainsi qu'il y a, pour toutes les horizontales placées originairement au-dessus de h, une relation logarithmique entre y_α et $y_{\alpha'}$.

» Au-dessous de l'horizontale qui correspond à la logarithmique principale, les couches équidistantes sont représentées par des couches équidistantes.

» Les considérations qui précèdent nous paraîtraient très satisfaisantes, au moins comme première approximation dans ce sujet entièrement neuf, si elles tenaient compte, dans une mesure que nous pourrions considérer comme suffisante, de l'effet de fixation que l'adhérence doit produire sur le plan des cales au fur et à mesure que le déversement de la matière la met en contact avec elles; c'est ce qui arrivera, quant à la verticale NQ, pour l'abscisse $x_1 = 4,555$, si le bloc a été réduit à la hauteur 7; pour les abscisses 5,333 et 6,400 lorsque cette réduction descend jusqu'aux hauteurs 6 et 5. Si cette adhérence de la matière déjà en mouvement était aussi complète que celle de la face supérieure, il faudrait admettre alors des raccordements comprenant des aires respectivement égales, raccordements qui pourraient se prolonger jusqu'en deçà de la verticale mQ, auquel cas la figure reproduirait, au moins à première vue, toutes les apparences des déformations constatées par l'expérience même.

» Les analogies qui précèdent ne fournissent, dans notre pensée, qu'un commencement de preuve qui devra être corroboré par des expériences ultérieures, mais il nous sera permis de faire remarquer dès à présent que

les nombreux essais que nous avons réalisés mettent hors de doute les trois faits dominants qui servent de base à notre construction, savoir :

» 1° Les bases du parallélépipède ne subissent aucune déformation;

» 2° Les épaisseurs des tranches horizontales représentées sur la face verticale du parallélépipède y conservent leurs épaisseurs primitives;

» 3° Le volume reste sensiblement constant.

» Ces trois points principaux seront d'ailleurs vérifiés plus directement par de nombreuses expériences faites sur l'écrasement des cylindres, écrasement dont l'étude sera pour ainsi dire calquée sur celle-ci. »

ANTHROPOLOGIE. — *Hommes fossiles et hommes sauvages; Études anthropologiques,* par M. de Quatrefages (¹).

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie, en mon nom et au nom des éditeurs, MM. Baillière, l'Ouvrage que je viens de publier sous ce titre. Je voudrais donner, en peu de mots, une idée des principaux sujets abordés dans ce livre.

» L'Académie n'a pas oublié les débats auxquels donnèrent lieu, il y a moins de vingt ans, les découvertes de Boucher de Perthes et la mâchoire de Moulin-Quignon. Aujourd'hui l'existence de l'homme quaternaire n'est pas seulement universellement reconnue; nous connaissons de plus un certain nombre de ses races et nous pouvons nous faire une idée de leur genre de vie, grâce aux milliers d'objets qui ont été recueillis. Il m'a semblé qu'il pouvait être intéressant de rappeler, avec M. Hamy, ce qu'avaient été les débuts de cette nouvelle branche de notre savoir et de montrer, en quelques pages, le point où elle est parvenue.

» L'existence de l'homme tertiaire est controversée de nos jours, comme l'avait été celle de son successeur. Trop souvent aussi, comme par le passé, des considérations étrangères à la science sont intervenues dans le débat. Chose remarquable, les théologiens et les libres-penseurs se sont parfois trouvés d'accord pour attribuer aux hommes actuels des *précurseurs* plus ou moins rapprochés des singes. Toutefois, pour les premiers, ces êtres pithécoïdes ont disparu avec les créations dont ils avaient été temporairement les représentants les plus élevés; pour les seconds, ils ont été nos

(¹) Un volume in-8° de 640 pages, avec 209 figures dans le texte et une Carte. Ces *Études*, à l'exception d'une seule, ont paru dans le *Journal des Savants*, mais elles ont été remaniées, complétées sur bien des points et parfois entièrement refondues.

ancêtres et nous en sommes physiologiquement les petits-fils. En dehors de ces spéculations qui n'ont rien de scientifique, l'existence de l'homme tertiaire, sans être aussi évidemment démontrée que celle de l'homme quaternaire, me semble avoir pour elle un certain nombre de faits positifs. J'ai principalement insisté sur ceux qu'a fait connaître M. Capellini. Les moulages qu'il a bien voulu envoyer au Muséum et dont je reproduis les photographies me semblent vraiment démonstratifs.

» La manière dont se sont constituées les populations européennes, les éléments ethniques qui leur ont donné naissance, ont été, on le sait, l'objet d'une multitude de travaux. Pour résoudre ces problèmes, on en était réduit, jusqu'à nos jours, aux données fournies par les historiens classiques. L'Anthropologie préhistorique, éclairée par l'Anatomie, est venue, presque subitement, apporter à cette étude des éléments absolument nouveaux et dont il est de plus en plus évident que l'on devra tenir grand compte. Nulle part cette vérité ne se manifeste avec plus d'éclat que dans le magnifique ossuaire recueilli par M. de Baye dans les curieuses grottes artificielles, découvertes par lui dans le département de la Marne. Là j'ai trouvé réunies toutes les races de l'époque quaternaire, à l'exception de celle de Canstadt. Mais elles y sont associées à un élément nouveau, qui a apporté avec lui les industries de la pierre polie.

» Chacune de ces races a ses représentants parfaitement purs dans cette belle collection; mais on y trouve aussi de nombreux métis. Les résultats du croisement présentent parfois des faits très curieux. Tantôt il y a *fusion*, tantôt *juxtaposition* des caractères. Sur une même tête, l'un des orbites présentait la forme si caractéristique de la race de Cro-Magnon, tandis que l'autre avait été emprunté, de toute pièce, à une race très différente. J'ajouterai que M. Verneau a rapporté des Canaries un crâne qui présente la même singulière particularité.

» C'est dans l'Océanie et surtout en Mélanésie et en Polynésie que j'ai cherché des exemples de populations sauvages. Je n'ai guère parlé des Malais que pour faire ressortir les caractères qui les distinguent des groupes ethniques, auxquels ils touchent et qui parfois se mêlent à eux. J'ai étudié de plus près les Papouas et les Négritos. Les collections de crânes et de photographies du Muséum m'ont fourni tous les moyens nécessaires pour compléter et contrôler les récits des voyageurs, et les nombreuses figures intercalées dans le texte permettront au lecteur de juger par lui-même.

» Les Papouas sont une race exclusivement pélasgique, que bien des anthropologistes regardent encore comme à peu près confinée dans la Nou-

velle-Guinée et les archipels voisins. Mais il faut reconnaître de plus en plus qu'elle a eu aussi ses moments d'expansion et de dissémination. D'une part, elle apparaît comme conquérante dans quelques îles de la Micronésie; d'autre part, nous avons montré, M. Hamy et moi, que c'est à elle seule que peuvent être rapportés quelques crânes bien positivement originaires de l'île de Pâques et de la Nouvelle-Zélande. Cette race a donc touché, à l'est et au sud, aux extrémités de ce monde maritime.

» Les Négritos, à peine connus il y a bien peu d'années et confondus encore aujourd'hui avec les Papouas par quelques anthropologistes, se sont, au contraire, étendus à l'ouest et au nord-ouest. Ils ont laissé des traces irrécusables au Japon; on les retrouve encore aux Philippines et dans bien des îles de l'Archipel malais; ils constituent seuls la population indigène des Andamans, en plein golfe du Bengale. Enfin, ils ont jadis peuplé une grande partie des deux presqu'îles de l'Inde, et j'ai montré ailleurs que l'on peut suivre leurs traces jusqu'au pied de l'Himalaya et au delà de l'Indus jusqu'au lac Zérah. Je n'ai pu qu'esquisser ici l'histoire de cette race, dont les représentants ont été, dans le passé, le type des Pygmées asiatiques dont parlent Pline et Ctézias, et dont les métis étaient ces Éthiopiens à teint noir et à cheveux lisses qui figuraient dans l'armée des Xerxès. J'espère reprendre ce sujet dans un autre Ouvrage.

» J'ai consacré deux longues *Etudes* à une autre race noire, bien moins importante par le nombre, par l'étendue de son habitat, mais qui a pour l'anthropologiste un intérêt tout spécial et vraiment douloureux. Elle n'existe plus; son dernier représentant, une femme, est mort en 1877. On comprend qu'il s'agit des Tasmaniens. Je crois avoir réuni à bien peu près tous les documents relatifs à leur histoire. Ici encore les collections du Muséum me fournissaient des éléments d'étude tout spéciaux. En particulier les bustes moulés sur le vivant par Dumoutier, lors du voyage de Dumont d'Urville, ont un intérêt exceptionnel, bien facile à comprendre. A eux seuls ils permettraient de se faire une idée exacte de ce type humain aujourd'hui disparu. Quelques photographies et l'étude des têtes osseuses achèvent de nous renseigner à cet égard.

» Les documents recueillis par divers auteurs anglais et surtout par Bonwick donnent de nombreux renseignements sur les caractères intellectuels et moraux des Tasmaniens. Je ne saurais ici entrer dans aucun détail à ce sujet. Je me borne à rappeler que, lorsqu'on n'eut plus à les combattre, le colonel Arthur lui-même alla jusqu'à dire : « Nous devons le recon-
» naître aujourd'hui, c'est une race simple, mais vaillante et douée de

» nobles instincts. » L'histoire de la tribu de Big-River et de son héros Montpéliata, que je reproduis avec quelques détails, justifie pleinement cet hommage rendu aux Tasmaniens par un de leurs plus implacables ennemis.

» La destruction totale des Tasmaniens, accomplie en soixante-douze ans au plus, sur une terre mesurant 4400 lieues carrées, soulève un problème douloureux et au premier abord difficile à résoudre. On l'a mise tout entière sur le compte de la barbarie, dont les Européens civilisés ont trop souvent usé envers les sauvages et qui nulle part ne s'est exercée d'une plus terrible manière qu'en Tasmanie. Mais je suis convaincu que c'est là une erreur. Certes, je ne voudrais atténuer en rien les crimes des convicts et des colons, contre lesquels ont d'ailleurs énergiquement protesté, en Angleterre et dans la colonie même, les voix les plus autorisées et en particulier celle de Darwin. Mais ni la guerre, avec tous ses excès, ni les désastres inséparables d'une expropriation forcée, n'ont été la principale cause de l'anéantissement des Tasmaniens. Ils ont surtout péri atteints de ce mal étrange, que les Européens ont transporté partout avec eux dans ce monde maritime, et qui frappe, en pleine paix, des populations en apparence florissantes.

» La phtisie, dont nos chirurgiens de la marine ont reconnu la généralisation, est certainement un des éléments de ce mal. Mais, si elle explique l'accroissement de la mortalité, elle ne rend pas compte de la diminution de la natalité. Or, ces deux phénomènes sont aussi accusés l'un que l'autre. Le capitaine Jouan a vu aux Marquises, dans l'île de Taïo-Hahé, la population tomber en trois ans, en pleine paix, du chiffre de 400 âmes à celui de 250. Pour contrebalancer ces 150 décès, on ne comptait que 3 ou 4 naissances. Il est évident qu'à ce compte les populations doivent fondre rapidement; et là est certainement la principale cause de la disparition des Tasmaniens.

» L'histoire générale des Polynésiens serait entrée naturellement dans le cadre de ces *Etudes*. Mais, ayant traité la question dans un ouvrage spécial, je me suis borné à résumer les principaux résultats de mes recherches dans un court chapitre, qu'accompagne une carte des migrations accomplies par ces populations et qui l'ont conduite jusqu'aux extrémités de l'Océanie, à une époque où les Européens ne connaissaient qu'un timide cabotage, ou, tout au plus, traversaient la Méditerranée. En reprenant ainsi le travail d'Horatio Hale, en le complétant sur plusieurs points, en le corrigeant sur quelques autres, à l'aide de documents nouveaux, j'ai été heureux de

rendre justice, une fois de plus, à tout ce qu'avait de remarquablement vrai la publication de mon éminent devancier.

» J'ai pourtant consacré deux *Études*, l'une à la Polynésie occidentale, moins généralement connue que les archipels orientaux, l'autre à la Nouvelle-Zélande. A propos de cette dernière, j'avais surtout à faire connaître, en les discutant, les travaux accomplis par les savants de la colonie. Dans cette grande terre, entièrement occupée, il n'y a qu'un demi-siècle, par des anthropophages, existent aujourd'hui de grandes villes, où la science est en honneur. Les *Transactions* de l'Institut néozélandais renferment, entre autres, de nombreuses et intéressantes recherches sur l'histoire des races locales. J'en ai largement profité.

» Un des résultats les plus importants de l'ensemble des travaux accomplis dans cet ordre d'idées a été de mettre de plus en plus en évidence la valeur sérieuse des chants historiques conservés chez les Maoris par les *Tohungas* ou *Hommes sages*, qui représentaient ici les *Arépos* de Tahiti. Grâce à ces *Archives vivantes*, on a pu reconstruire l'histoire des indigènes, préciser, à bien peu près, l'époque de la première arrivée des Polynésiens sur cette terre, si distante de leurs autres centres d'habitation, et déterminer leur point de départ.

» Les premiers immigrants polynésiens vinrent à la Nouvelle-Zélande, des îles Manaïa, dans les premières années de notre quinzième siècle; mais ils avaient été précédés par une autre population de race fort différente, qui s'est mêlée à eux et a donné naissance à de nombreux métis. J'ai indiqué plus haut que ces premiers venus étaient de race papoua. Le Muséum possède des têtes osseuses et surtout une tête de chef desséchée, qui ne peut laisser de doute à cet égard. Je l'ai représentée dans le livre, de face et de profil, après l'avoir fait photographier.

» Les deux dernières *Etudes* portent sur des populations fort éloignées des précédentes. L'une est consacrée aux Todas, très petite tribu des monts Nilhgéries, qui, par tous ses caractères physiques, intellectuels et sociaux, diffère de toutes les autres races de l'Inde. Les Todas brûlent leurs morts : on ne possède donc aucun de leurs crânes. Mais, grâce à M. Janssen, qui, lors de sa belle expédition astronomique, avait vécu au milieu d'eux, j'ai pu combler en partie cette lacune. Notre éminent confrère avait recueilli, non seulement des dessins et des photographies, mais encore des tracés obtenus par les procédés anthropométriques qui m'ont permis de déterminer, au moins approximativement, la forme générale du crâne. Je suis heureux de lui adresser ici des remerciements, dont une bonne part

s'adresse à Mme Janssen. Le très curieux article inséré par elle dans le *Tour du Monde* a ajouté des détails nouveaux à ceux que nous devions aux voyageurs anglais, qui, jusqu'ici, s'étaient seuls occupés de cette curieuse race.

» La dernière *Etude* du volume est consacrée aux Finnois de Finlande. Elle est presque entièrement empruntée au bel ouvrage publié sur ce sujet par M. Gustave Retzius. J'ai seulement rapproché des recherches de l'anthropologiste suédois celles de quelques autres savants. J'ai aussi cherché dans le *Kalévala* les renseignements anthropologiques et ethnologiques que pouvait fournir cette épopée nationale. Il en résulte que, dès les temps héroïques de ce peuple, les deux types ethniques reconnus et déterminés par M. Retzius étaient probablement plus séparés que de nos jours. L'un d'eux, le type tavastlandais, appartient incontestablement à la grande famille finnoise, répandue en Asie aussi bien qu'en Europe. L'origine du type karélien est plus difficile à déterminer. Mais c'est aux représentants de ce dernier que doivent être attribués surtout, à ce qu'il semble, les instincts poétiques de la population ; ce sont ses bardes qui ont créé le *Kalévala*, dont les chants épars ont été si heureusement coordonnés par Lönnrot. Ce caractère d'ordre intellectuel, joint à quelques autres caractères physiques, me portent à rattacher les Karéliens à la grande race aryane à qui l'on doit toutes les autres épopées, depuis le Ramayana, l'Iliade et l'Énéide jusqu'à nos poèmes modernes. »

M. **Hébert**, en présentant à l'Académie un volume intitulé : « Notions générales de Géologie », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de faire hommage à l'Académie d'un Opuscule dans lequel j'ai cherché à exposer, aussi simplement que possible, les faits principaux de la Géologie, et les conséquences les plus importantes qui découlent de ces faits.

» J'ai pensé que, sous cette forme concise, ce résumé donnerait satisfaction à ceux qui, n'ayant que très peu de temps à distraire de leurs occupations habituelles, désirent cependant se rendre compte de nos travaux et apprécier notre méthode. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Sur le point de congélation des dissolutions alcalines.* Note de M. F.-M. Raoult, présentée par M. Berthelot. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« J'ai déterminé, dans les conditions et par les méthodes précédemment décrites (¹), l'abaissement du point de congélation de l'eau produit par les différentes bases solubles. Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau suivant.

Bases (Premier groupe).	Formules.	Poids moléculaires M.	Abaissements du point de congélation dû à 1gr de base dans 100gr d'eau A.	Abaissements moléculaires M × A.
Hydrate de baryum	Ba^2O^2, H^2O^2	171	0,290	49,7
» de strontium	St^2O^2, H^2O^2	121,5	0,396	48,2
» de calcium	Ca^2O^2, H^2O^2	74	0,648	48,0
» de lithium	LiO, HO	24	1,558	37,4
» de sodium	NaO, HO	40	0,905	36,2
» de potassium	KO, HO	56	0,630	35,3
» de thallium	TlO, HO	221	0,150	33,1
» de cœsium	CsO, HO	149,6	0,237	35,5
» de rubidium	RbO, HO	102,4	0,360	36,9
» de tétraméthylammonium	$AzC^8H^{12}O, HO$	91	0,404	36,8
» de triméthyléthylammonium	$AzC^{10}H^{14}, HO$	105	0,353	37,1
(Deuxième groupe).				
Ammoniaque	AzH^3	17	1,117	16,9
Méthylamine	AzC^2H^5	31	0,638	19,8
Triméthylamine	AzC^6H^9	59	0,342	20,2
Éthylamine	AzC^4H^7	45	0,411	18,5
Propylamine	AzC^6H^9	59	0,312	18,4
Aniline	$AzC^{12}H^7$	93	0,164	15,3
Nicotine	$Az^2C^{20}H^{14}$	162	0,124	20,2

» On voit que, conformément à la loi générale que j'ai établie, les bases

(¹) Voir *Comptes rendus* des 5 juin, 24 juillet, 27 novembre 1882; 26 février, 4 juin 1883.

solubles se partagent en deux groupes : l'un qui présente un abaissement moléculaire de congélation toujours compris entre 33 et 48, moyenne 39; l'autre compris entre 16 et 20, moyenne 19, nombre sensiblement moitié du précédent.

» Ces moyennes diffèrent à peine de celles que nous avons observées avec les acides; toutefois, les écarts des nombres qui figurent dans chacun des deux groupes sont notablement plus grands pour les bases. On pourrait même, dans le premier groupe des bases, établir deux divisions : l'une comprenant les hydrates des métaux biatomiques, dont l'abaissement moléculaire est voisin de 48; l'autre comprenant les hydrates des métaux monoatomiques, dont l'abaissement moléculaire est voisin de 35.

» M. Berthelot (*Mécanique chimique*, Livre V, Chapitre VI) a montré le premier que la soude déplace complètement l'ammoniaque, la triméthylamine et l'aniline, de leurs sels en dissolution étendue. M. Menschutkine (*Comptes rendus*, 29 janvier et 5 février 1883) a trouvé que la soude et la potasse chassent presque entièrement l'ammoniaque, la méthylamine, l'éthylamine, la triéthylamine, l'aniline, de leurs sels en dissolution dans l'alcool faible. J'ai reconnu moi-même (*Comptes rendus*, 26 février 1883) que la soude déplace complètement l'ammoniaque et la triméthylamine, de leurs chlorures en solution aqueuse étendue. Enfin, c'est un fait bien connu que la potasse déplace tous les alcaloïdes. Il est donc prouvé, par les observations publiées jusqu'à ce jour, que la potasse et la soude déplacent à peu près complètement, de leurs sels en dissolution étendue, toutes les bases du deuxième groupe, c'est-à-dire celles qui présentent l'abaissement anormal (voisin de 20) du point de congélation.

» Toutes les bases du premier groupe se comportent-elles, à ce point de vue, comme la potasse et la soude ? Pour le savoir, j'ai cherché, par la méthode de congélation précédemment décrite, comment un acide se partage entre l'ammoniaque et divers hydrates non encore examinés, appartenant à des types différents dans le premier groupe. J'ai trouvé ce qui suit :

» L'hydrate de baryum et l'hydrate de rubidium chassent complètement l'ammoniaque de son chlorhydrate; l'hydrate de triméthyléthylammonium chasse à peu près complètement l'ammoniaque de son iodhydrate.

» On peut donc admettre, d'après cela, que toutes les bases du premier groupe chassent presque entièrement toutes les bases du deuxième groupe, de leurs sels en dissolution étendue. Le même fait se produit avec les acides, comme je l'ai déjà dit; et l'on voit, en résumé, que *les acides forts et les*

bases fortes, en dissolution dans l'eau, produisent l'abaissement moléculaire normal de congélation, voisin de 40; tandis que les acides faibles et les bases faibles ne produisent que l'abaissement moléculaire anormal, voisin de 20.

» Il est à remarquer que tous les composés acides et basiques, de nature organique, à l'exception des ammoniums hydratés, figurent dans le deuxième groupe. C'est la confirmation d'une loi générale que j'ai établie antérieurement.

» La corrélation, que nous observons ici, entre l'énergie des acides et des bases et l'abaissement qu'ils déterminent dans le point de congélation de l'eau, ne se manifeste pas avec tous les dissolvants. Il en est pour lesquels le point de congélation est notablement plus abaissé par les acides faibles que par les acides forts : tel est, par exemple, l'acide acétique, dans lequel les acides forts, comme les acides sulfurique et chlorhydrique, ne produisent que la moitié de l'abaissement moléculaire de congélation causé par les acides faibles, comme les acides benzoïque ou phénique. La relation en question résulte, vraisemblablement, de ce que les acides et les bases les plus énergiques sont aussi les composés qui ont le plus d'affinité pour l'eau, et qui, par suite, se désagrègent le plus complètement en s'y dissolvant. Les acides faibles et les bases faibles, pour une raison contraire, ne s'y désagrègent pas tout à fait; et il suffit d'admettre que leurs molécules chimiques y restent, pour la plupart, soudées deux à deux, pour expliquer pourquoi ils ne produisent que la moitié de l'abaissement moléculaire normal de congélation. J'ai montré, en effet, que l'abaissement du point de congélation est proportionnel au nombre des molécules physiques, de toute nature, dissoutes dans un poids constant de dissolvant. »

VITICULTURE. — *Résultats fournis par les traitements des vignes phylloxérées, dans les Alpes-Maritimes.* Extrait d'une Lettre de M. **Laugier** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Je suis heureux de pouvoir vous annoncer que les traitements effectués, en 1882-1883, sur les vignes phylloxérées des Alpes-Maritimes, ont donné, dans leur ensemble, comme en 1881-1882, d'excellents résultats, au point de vue insecticide, comme à celui de la végétation des vignes traitées par le sulfure de carbone et par le sulfocarbonate de potassium.

» Les résultats obtenus à la suite des traitements mixtes au sulfocarbonate de potassium et au sulfure de carbone, que j'avais institués en 1880, sont, en particulier, des plus satisfaisants et viennent confirmer ceux que je vous avais déjà signalés l'an dernier. C'est ainsi que, dans les vignobles d'une superficie de 5^{ha}, appartenant à M. Bacigalupi, situés au Bellet, près de Nice, et traités pour la première fois en 1882-1883, il n'a pas été possible jusqu'à présent de retrouver un seul Phylloxera à la suite de fouilles minutieuses effectuées, mensuellement, à neuf reprises différentes et au cours desquelles près de la moitié des ceps des vignobles ont été examinés avec soin. En septembre dernier, M. le D^r Kœnig, membre de la Commission supérieure du Phylloxera, délégué à Nice par son Gouvernement pour les essais de désinfection des végétaux destinés au Commerce d'exportation, a dirigé lui-même les recherches, sur ma prière, avec le propriétaire et une équipe de six ouvriers exercés, sans pouvoir trouver de Phylloxeras dans les taches initiales très nombreuses ou à leur périphérie. Avant les traitements, les Phylloxeras étaient excessivement nombreux dans ce vignoble contaminé sur tous les points. Au point de vue de la végétation et de la fructification des ceps de ce vignoble, les résultats sont également des plus satisfaisants, ainsi qu'ont pu le constater M. le D^r Kœnig et avant lui, en mai et avril 1883, M. Max. Cornu, Inspecteur général de l'Agriculture, et M. Godefroy, directeur de l'École d'Agriculture de Grand-Jouan. Au point de vue insecticide, sans pouvoir affirmer que le Phylloxera a été complètement détruit, car les recherches les plus minutieuses ne peuvent donner, vous ne l'ignorez pas, une certitude absolue, il est permis de dire que, jusqu'à présent, les résultats observés ne laissent rien à désirer. Du reste, par mesure de précaution, un nouveau traitement pourra, je l'espère, être effectué cet hiver dans ces vignobles, dont les sols présentent, il n'est pas inutile de l'ajouter, des différences de composition très marquées.

» En résumé, il paraît possible d'arriver, à l'aide de traitements mixtes, réitérés, au sulfocarbonate de potassium et au sulfure de carbone, effectués en temps opportun, et dans les conditions de dosage convenables, sans nuire en rien à la végétation des ceps traités, à l'extinction graduelle des foyers phylloxériques, telle qu'elle est rapidement obtenue, en Suisse et en Italie, par les travaux de destruction des vignobles contaminés, travaux réalisés dans ces deux pays, malgré de très grandes difficultés, avec une activité et une énergie dignes de tous les éloges. »

M. F. VAN ASSCHE adresse une nouvelle Note sur la propriété spécifique du sélénium à l'égard des radiations thermiques.

(Commissaires : MM. Fizeau, Cornu.)

M. G. CABANELLAS adresse une Note intitulée : « Fonctionnement d'une turbine et d'un moteur électrique; discussion de l'expression $\frac{F}{F_0} + \frac{V}{V_0}$ ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *F. Chapel,* portant pour titre « Aperçu sur le rôle des astéroïdes inférieurs dans la physique du monde » ;

2° La huitième édition du « Traité élémentaire de Chimie » de M. *L. Troost.*

M. P. LAGRANGE informe l'Académie, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, qu'il met à sa disposition l'ensemble des Notes et des dessins laissés par son frère, *Emmanuel Lagrange,* sur diverses applications de l'électromagnétisme.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. LEDIEU prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section de Mécanique.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. CHARCOT, M. HAYEM prient l'Académie de vouloir bien les comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Médecine et Chirurgie.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation aux dérivées partielles des surfaces à courbure constante.* Note de M. G. DARBOUX.

« Dans ma dernière Communication, j'ai été conduit au système suivant

$$(1) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial\theta}{\partial u} + \dfrac{\partial\omega}{\partial v} = \sin\theta\cos\omega, \\ \dfrac{\partial\theta}{\partial v} + \dfrac{\partial\omega}{\partial u} = -\sin\omega\cos\theta, \end{cases}$$

qui va me permettre de me placer à un point de vue purement analytique dans l'étude du problème, objet principal de ces recherches.

» Considérons le système (1) comme formé de deux équations simultanées auxquelles doit satisfaire la fonction inconnue θ : l'élimination de la fonction θ nous montrera que ces deux équations ne sont compatibles que dans le cas où ω satisfait à l'équation

$$(2) \quad \frac{\partial^2\omega}{\partial v^2} - \frac{\partial^2\omega}{\partial u^2} + \sin\omega\cos\omega = 0.$$

Réciproquement, si ω est une solution quelconque de cette équation aux dérivées partielles, l'intégration du système (1) nous donnera une valeur de θ contenant une constante arbitraire; et cette valeur de θ sera également une solution de l'équation (2). Nous pouvons donc énoncer le théorème suivant :

» *De toute solution ω de l'équation (2) on peut déduire une solution nouvelle contenant une constante arbitraire : c'est la valeur la plus générale de θ satisfaisant aux équations (1).*

» A la vérité, on ne sait pas intégrer d'une manière générale le système (1), mais la forme des équations qui le composent nous permet de reconnaître que l'on pourra obtenir la valeur la plus générale θ' de θ qui puisse y satisfaire dès que l'on en connaîtra une solution particulière quelconque θ.

» Effectuons, en effet, les quadratures définies par les formules

$$(3) \quad \begin{cases} d\alpha = \cos\theta\cos\omega\, du + \sin\omega\sin\theta\, dv, \\ e^{-\alpha} d\beta = \cos\omega\sin\theta\, du - \sin\omega\cos\theta\, dv, \\ e^{\alpha} d\gamma = \cos\theta\sin\omega\, du + \sin\theta\cos\omega\, dv. \end{cases}$$

La solution cherchée θ' est donnée par l'équation

$$(4) \qquad \cot\frac{\theta'-\theta}{2} = \beta e^{\ \alpha},$$

qui contient la constante arbitraire que l'on peut toujours ajouter à β.

» Si, dans les formules (3), on remplace θ par θ', les nouvelles valeurs α', β' de α et de β seront données par les équations

$$(5) \qquad e^{\alpha'} = \frac{e^{\alpha}}{\beta^2+e^{2\alpha}}, \quad \beta' = \frac{-\beta}{\beta^2+e^{2\alpha}}.$$

Mais, pour obtenir la nouvelle valeur γ' de γ, il faudra effectuer une nouvelle quadrature.

» On peut encore, dans le système (1), considérer θ comme donné et chercher la valeur la plus générale de ω qui satisfasse aux deux équations. On aura ainsi, en désignant cette valeur par ω'',

$$(6) \qquad \cot\frac{\omega''-\omega}{2} = \gamma e^{\alpha},$$

et, si nous désignons par α'', γ'' les valeurs nouvelles de α, γ que l'on obtient en remplaçant, dans les formules (3), ω'' par ω, on aura

$$(7) \qquad e^{-\alpha''} = \frac{e^{-\alpha}}{\gamma^2+e^{-2\alpha}}, \quad \gamma'' = \frac{-\gamma}{\gamma^2+e^{-2\alpha}}.$$

Mais, pour obtenir la nouvelle valeur β'' de β, il restera, ici encore, à effectuer une quadrature nouvelle.

» En appliquant *successivement* les deux opérations que nous venons de définir, on déduira, on le voit, de tout système de solutions des équations (1) un nombre illimité de systèmes nouveaux *contenant autant de constantes qu'on le voudra; et la détermination de chaque système nouveau exigera seulement une nouvelle quadrature.*

» Mais ces quadratures portent sur des expressions de plus en plus compliquées, contenant les constantes arbitraires mêlées aux variables aussi bien dans les dénominateurs que dans les numérateurs. Il semblait donc que l'application de la méthode était presque impossible et devait être promptement arrêtée dans le cas général. J'attache donc quelque importance au résultat suivant :

» *Il suffira d'effectuer au début, en dehors de α, β, γ, un certain nombre de quadratures (inférieur d'une unité au nombre de solutions nouvelles que l'on veut obtenir), portant sur des fonctions parfaitement déterminées de u et de v, et, ces*

quadratures une fois effectuées, l'application de la méthode n'exigera que les calculs algébriques les plus élémentaires.

» J'indique d'abord les quadratures à effectuer; elles sont définies par les formules

$$
(8)\quad \begin{cases}
b_0 = \beta, \\
db_1 = 2b_0\, d\varepsilon - (\beta^2 + e^{2\alpha})\, d\gamma, \\
db_2 = db_0 + 2b_1\, d\varepsilon - 2b_0\, d\alpha - e^{-2\alpha} b_0^2\, d\beta, \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\
db_n = db_{n-2} + 2b_{n-1}\, d\varepsilon - 2b_{n-2}\, d\alpha \\
\qquad - (b_0 b_{n-2} + b_1 b_{n-3} + \ldots + b_{n-3} b_1 + b_{n-2} b_0) e^{-2\alpha}\, d\beta + (b_1 b_{n-2} + \ldots + b_{n-2} b_1)\, d\gamma.
\end{cases}
$$

$$
(9)\quad \begin{cases}
c_0 = \gamma, \\
dc_1 = 2c_0\, d(\beta\gamma - \varepsilon) - (c_0^2 + e^{-2\alpha})\, d\beta, \\
dc_2 = dc_0 + 2c_1\, d(\beta\gamma - \varepsilon) + 2c_0\, d\alpha - e^{2\alpha} c_0^2\, d\gamma, \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\
dc_n = dc_{n-2} + 2c_{n-1}\, d(\beta\gamma - \varepsilon) + 2c_{n-2}\, d\alpha \\
\qquad - (c_0 c_{n-2} + \ldots + c_{n-2} c_0)\, e^{2\alpha}\, d\gamma + (c_1 c_{n-2} + \ldots + c_{n-2} c_1)\, d\beta,
\end{cases}
$$

où l'on a posé, pour abréger,

$$
(10)\qquad d\varepsilon = \beta\, d\gamma + \sin\theta \sin\omega\, du + \cos\omega \cos\theta\, dv.
$$

Nous supposons que toutes ces quadratures soient calculées de la manière la plus générale, c'est-à-dire qu'on ajoute une constante arbitraire après chaque intégration.

» Ces définitions une fois admises, supposons que l'on substitue partout à θ la valeur θ' définie par la formule (4). Les nouvelles valeurs b'_i, c'_i des fonctions b_i, c_i seront définies par les formules (5) et les relations très simples qui suivent :

$$
\begin{array}{ll}
b'_1 = \gamma, & \gamma' = b_1, \\
b'_2 = c_1 - \beta\gamma^2, & c'_1 = b_2 + \beta' b_1^2, \\
\ldots\ldots\ldots\ldots, & \ldots\ldots\ldots\ldots, \\
b'_n = c_{n-1} - \beta(c_{n-2} b'_1 + c_{n-3} b'_2 + \ldots + c_0 b'_{n-1}), & c'_n = b_{n+1} + \beta'(c'_{n-1} b_1 + \ldots + c'_0 b_n).
\end{array}
$$

» Lorsque, au contraire, on substituera le système (ω'', θ) au système (ω, θ), les formules que l'on aura à employer, pour calculer les nouvelles valeurs de b_i, c_i, toutes pareilles aux précédentes, s'en déduiront par la substitution des quantités $-\alpha$, γ, β, c_i, b_i à α, β, γ, b_i, c_i respectivement.

» Il suffit maintenant de commencer les calculs qui conduisent aux nouvelles solutions, pour reconnaître que ces calculs n'exigeront plus aucune quadrature. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la reproduction des formes.* Note de M. H. POINCARÉ, présentée par M. Bouquet.

« Il est facile de trouver quelles sont les formes algébriques homogènes de n variables qui se reproduisent par une substitution linéaire infinitésimale donnée, ou encore celles qui ne sont pas altérées par deux ou plusieurs substitutions linéaires infinitésimales *permutables* entre elles. Il reste à voir comment on peut trouver toutes les formes qui sont reproductibles par deux ou plusieurs substitutions linéaires infinitésimales *non permutables.* J'ai résolu ce problème pour quatre variables et deux substitutions dans le L[e] Cahier du *Journal de l'École Polytechnique,* et depuis M. Lie a étendu la solution au cas de trois substitutions et de quatre variables, en considérant même des fonctions non algébriques. Je vais l'étendre maintenant au cas de deux substitutions et de n variables. Je dis qu'une substitution est canonique lorsqu'elle est de la forme

$$(x_1, x_2, \ldots, x_n;\ \alpha_1 x_1, \alpha_2 x_2, \ldots, \alpha_n x_n).$$

» En général, une substitution linéaire quelconque peut se mettre sous la forme $T^{-1}ST$, S étant canonique; les substitutions qui font exception peuvent s'appeler *paraboliques,* puisque c'est ainsi qu'on les nomme dans le cas de deux variables. Je supposerai que, dans le groupe qui n'altère pas la forme envisagée, on peut toujours trouver une substitution non parabolique. Alors, en choisissant convenablement les variables, elle sera canonique.

» Cela posé, si une forme F est reproductible par une substitution linéaire infinitésimale, elle satisfera à une équation de la forme

$$(1) \qquad \Sigma a_{ik} x_i p_k = 0,$$

où p_k désigne la dérivée de F par rapport à x_k. L'une des substitutions étant canonique, son équation s'écrira

$$(2) \qquad \Sigma b_i x_i p_i = 0.$$

Si A et B sont les premiers membres des équations (1) et (2) auxquelles

satisfait F, cette forme satisfera également à

$$(3) \qquad [A, B] = \Sigma a_{ik}(b_i - b_k) x_i p_k = 0.$$

» Mais la substitution correspondante à (1) aura pu être choisie de telle sorte que

$$[A, B] = \lambda B,$$

λ étant une constante qui ne peut être nulle, sans quoi les substitutions seraient permutables. Cette constante doit être égale à une ou plusieurs des différences $b_i - b_k$. Tous les termes de (3) qui contiendront un facteur $b_i - b_k$ différent de λ devront être identiquement nuls, ainsi que les termes correspondants de (1).

» Soit F' une forme de $n - 1$ variables reproductible par deux substitutions S et S'; tout polynôme entier en F' et en x_n sera une forme de n variables reproductible par S et S' (ces deux substitutions étant regardées comme n'altérant pas x_n).

» Si l'on suppose que la forme F ne dérive pas de la sorte d'une forme reproductible F' de $n - 1$ variables, il faut que, si l'on écrit le tableau des différences $b_i - b_k$ qui sont égales à λ, chacune des lettres $b_1, b_2, \ldots, b_n$ se trouve au moins une fois dans ce tableau.

» Supposons, par exemple,

$$(4) \qquad b_1 - b_2 = b_2 - b_3 = \ldots = b_{n-1} - b_n = \lambda.$$

» L'équation (1) se réduit alors à

$$(5) \qquad \sum_{q=1}^{q=n-1} a_{q,q+1} x_q p_{q+1} = 0.$$

» On trouve aisément $n - 1$ polynômes entiers $P_1, P_2, \ldots, P_{n-1}$ qui sont homogènes et respectivement de degré $1, 2, \ldots, n - 1$ et qui satisfont à l'équation (5). De toutes les formes reproductibles par nos denx substitutions, les polynômes P sont les plus simples et toutes les autres n'en sont que des combinaisons.

» Telle est la façon de traiter le problème quand toutes les équations (4) sont satisfaites. Mais il peut arriver :

» 1° Ou bien qu'une ou plusieurs des différences $b_q - b_{q+1}$ soient différentes de λ, sans que deux des quantités b_i deviennent égales entre elles, d'où il résulte que toute différence qui n'est pas de la forme $b_q - b_{q+1}$ sera diffé-

rente de λ. Ce cas se traite comme le précédent. La seule différence, c'est qu'un ou plusieurs des termes de l'équation (5) et des polynômes P disparaissent.

» 2° Ou bien que deux ou plusieurs des quantités b_i deviennent égales entre elles. Supposons, par exemple, que b_3, b_4 et b_5 soient égaux entre eux. Alors la substitution qui correspond à l'équation (2) ne cesse pas d'être canonique quand on remplace x_3, x_4 et x_5 par des combinaisons linéaires de ces trois variables, et l'on peut choisir ces combinaisons linéaires de telle façon que l'équation (1) soit de la forme (5) et que les termes

$$a_{3,4}x_3p_4 + a_{4,5}x_4p_5$$

y soient nuls. On est donc encore ramené au cas où toutes les équations (4) sont satisfaites. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Détermination de l'équivalent du nickel à l'aide de son sulfate.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Debray.

« *Préparation du sulfate.* — Le nitrate commercial est dissous dans l'ammoniaque additionnée d'un peu de carbonate, et l'on filtre les produits précipités, l'oxyde de fer notamment; puis, ayant chassé par la chaleur la majeure partie de l'ammoniaque, on neutralise avec l'acide sulfurique, et l'on recueille le sulfate double qui se sépare. Ce sel, purifié par plusieurs cristallisations, est ensuite transformé en sulfate de nickel mêlé d'un peu d'oxyde en le chauffant au rouge sombre dans un moufle ouvert. Si l'on traite le produit pulvérisé par l'eau froide, où le sulfate anhydre de nickel ne se dissout que fort lentement, ceux de cuivre et de zinc, qui y sont très solubles, se dissolvent en grande partie, s'il en reste encore en quantité appréciable. En tout cas, les dernières traces de ces métaux sont séparées en totalité, si l'on sature *à froid* par HS la dissolution de sulfate de nickel (opérée à la fin à l'aide de l'eau bouillante) *préalablement* additionnée d'assez d'acide acétique cristallisable pour empêcher la précipitation du nickel [1].

» Les sulfures filtrés, la solution est évaporée à siccité, après avoir acidifié avec un peu d'acide nitrique, pour parer à la formation du sulfure de nickel sous l'influence de la chaleur. On calcine le sulfate et l'on dissout l'oxyde dans l'acide nitrique. Si, d'après la méthode de Fischer, on ajoute

(1) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1715.

alors un grand excès d'acétate de potasse et de nitrite de soude [1], le liquide, au bout de huit à dix jours, ne renferme plus sensiblement de cobalt. En combinant ce mode de séparation avec la méthode de Laugier, c'est-à-dire en faisant cristalliser ensuite dans l'ammoniaque l'oxalate de nickel provenant de la solution séparée du nitrite double de cobalt et potassium, et évaporée avec de l'acide chlorhydrique pour décomposer l'excès de nitrite et d'acétate alcalins, j'ai eu du nickel absolument exempt de cobalt; ou du moins l'analyse la plus attentive n'a pas permis de retrouver la plus petite trace de cobalt dans le nickel. L'oxalate calciné, on reprend par l'acide sulfurique l'oxyde lavé à l'eau, et le sulfate est desséché à 440°.

» Enfin, comme dernière purification, ce sulfate de nickel est transformé en sulfure cristallin, en liqueur acide. Pour cela, on dissout 70^{gr} environ de sulfate dans un litre d'eau, et l'on sature de gaz sulfhydrique à la température ambiante. On laisse reposer une *demi-heure*, à l'abri de l'air, et l'on filtre la petite quantité de sulfure formé. La liqueur, légèrement acidulée par l'acide devenu libre, est alors chauffée à 100° en vase clos, après avoir été saturée à nouveau de gaz sulfhydrique. Le sulfure de nickel qui se forme est absolument pur et exempt de tout autre métal; il est cristallin, dense et inaltérable à l'air. L'eau mère, encore riche en nickel, est décantée, évaporée à siccité pour chasser le plus grand excès d'acide libre et le sulfate qui reste, retraité de même, fournit une seconde partie de sulfure cristallin. Ce sont ces deux sulfures lavés et dissous, chacun séparément, par l'eau régale, qui ont fourni, en évaporant leurs solutions avec un excès d'acide sulfurique, les deux sulfates qui ont servi à mes déterminations. En les reprenant par l'eau chaude et filtrant, on les amène à cristallisation.

» Le sulfate de nickel retient assez énergiquement les dernières traces d'acide sulfurique libre, même à 440°. C'est ce qu'indiquent les différences sensibles qu'on trouve pour l'équivalent lorsqu'on ne prolonge pas suffisamment l'action de la chaleur, les variations de poids, à la fin, n'étant alors sensibles que pour de longues durées de chauffe. Il y a tout lieu de croire que cela est dû à un fait d'ordre physique, à certaines influences de capillarité que ne présenteraient pas les sulfates de cuivre et de zinc.

---

[1] L'industrie des matières colorantes en produit aujourd'hui d'énormes quantités et on peut l'amener à un grand état de pureté par plusieurs cristallisations. Celui dont je me suis servi renfermait 98 pour 100 de nitrite réel, d'après le dosage.

» *a. Premier sulfate.* — Pour constater facilement de petites pertes de poids, on chauffe par périodes de douze heures, jusqu'à poids constant, la perte à la fin de l'opération ne s'élevant pour cette durée de temps que de 1^{mgr} à 2^{mgr}. Après soixante heures, pour cette expérience, le poids n'a plus varié: soit $6^{gr},2605$. On a calciné, à la température de fusion de l'or, à deux reprises pour contrôle; il reste : NiO = $3^{gr},0225$ et perte (SO^3) = $3^{gr},238$, d'où l'équivalent Ni = 29,372 si S = 16,037, et Ni = 29,337 si S = 16.

» *b.* En opérant de même avec le second sulfate jusqu'à poids constant, on a Ni = 29,375 si S = 16,037, et Ni = 29,340 pour S = 16; car $4^{gr},4935$ de sulfate ont laissé $2^{gr},1695$ d'oxyde NiO; d'où la moyenne Ni = 29,374 si S = 16,037, et Ni = 29,339 si S = 16.

» L'oxyde de nickel est très fixe; il ne se suroxyde pas lorsqu'on le chauffe à l'air; on sait même que l'oxyde salin Ni^3O^4, que j'ai fait connaître en 1879, se transforme en protoxyde par l'action de la chaleur. De plus, la tension de dissociation de NiO à la température de fusion de l'or est nulle, ainsi que je m'en suis assuré, puisqu'en chauffant à la plus haute température possible d'un fourneau à réverbère, dans un tube de porcelaine imperméable et où existait le *vide barométrique*, $1^{gr},120$ d'oxyde NiO pur, obtenu par la calcination du sulfate, la dépression de la colonne mercurielle a été *nulle*. Les affirmations de Wœhler, de Liebig et de Laurent sur l'impossibilité de décomposer l'oxyde NiO par la chaleur seule sont donc l'expression de la réalité.

» Si j'insiste sur ce point, c'est pour relever l'erreur de quelques expérimentateurs, qui, dans ces derniers temps, ont cherché à remettre en faveur cette notion fausse de la décomposition de NiO en nickel métallique et oxygène sous l'influence d'une température élevée, confondant un phénomène de réduction avec un phénomène de dissociation, l'oxyde de nickel se réduisant déjà à 270° (Müller) dans une atmosphère réductrice. L'expérience de Wenzell, qui le premier annonça cette décomposition par la chaleur, ne prouve, en effet, absolument rien, puisqu'il calcinait au feu de forge, dans un creuset ouvert.

» Les déterminations de l'équivalent du nickel sont nombreuses; mais les résultats ont oscillé de 29 (d'après les recherches de Schneider, Sommaruga et R. Lee, qui ont employé des méthodes complexes) jusqu'à 29,5, nombre généralement adopté aujourd'hui, mais *trop fort* à mon avis. D'ailleurs, la méthode de réduction de l'oxyde a, dans le cas du nickel, conduit Erdmann et Marchand à environ 29,3 et Russel à 29,369.

» La seule tentative à l'aide du sulfate est due à M. Marignac; mais les

écarts de 29,2 à 29,5 empêchèrent ce savant de conclure. La cause de cet insuccès doit être cherchée dans la difficulté de préparation du sulfate normal, en dehors de l'emploi de la bouteille à soufre. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage volumétrique du fer, au moyen d'une solution d'hyposulfite de soude et du salicylate de soude.* Note de M. G. **Bruel.**

« Ce dosage est fondé sur la coloration intense que donnent des traces de fer dissous et à l'état de persels de fer, en présence du salicylate de soude, et sur la décoloration complète produite par la réduction du persel à l'état de protosel de fer. Cette réduction est produite au moyen de l'hyposulfite de soude.

» Nous savons en effet que, si, à une solution ferrique légèrement acidulée par l'acide chlorhydrique, nous ajoutons une solution d'hyposulfite de soude, il se forme une solution incolore contenant un hyposulfite double de fer et de soude

$$FeO, S^2O^2 + NaO, S^2O^2.$$

» Si donc nous transformons le sel ferrique en hyposulfite double ferreux et sodique, la coloration produite par le salicylate de soude disparaît. Ce procédé est d'une sensibilité exquise; il donne une approximation telle, que l'on peut doser à un demi-milligramme près.

» Il a, sur le procédé Margueritte, l'avantage de rendre nulle l'action de l'air, puisque l'on opère sur des persels de fer au lieu d'opérer sur des solutions de protosels.

MODE OPÉRATOIRE.

» 1° Prendre 1^{gr} de fer pur, le dissoudre dans 20^{cc} d'acide chlorhydrique, additionner la solution de quelques cristaux de chlorate de potasse, étendre d'eau et faire bouillir jusqu'à ce que l'on ne perçoive plus l'odeur du chlore.

» Faire un litre de solution par addition d'eau distillée. On a ainsi une solution de perchlorure de fer, contenant $0^{gr},001$ de fer par centimètre cube.

» 2° Faire une solution au $\frac{1}{1000}$ d'hyposulfite de soude pur dans l'eau distillée.

» Prendre 10^{cc} de la solution ferrique, la mettre dans un ballon et l'additionner de 4 fois son volume d'eau distillée; porter cette solution à l'ébullition, après avoir ajouté $0^{gr},10$ de salicylate de soude.

» Verser goutte à goutte, dans la solution ferrique, la solution d'hyposulfite contenue dans une burette de Gay-Lussac, graduée en dixièmes de centimètre cube.

» La solution ferrico-salicylique se décolore peu à peu. Lorsque le liquide ne présente plus qu'une teinte rosée à peine appréciable, lire les divisions de la burette employées.

» Supposons qu'il ait fallu 22^{cc} de solution d'hyposulfite : 22^{cc} ont été nécessaires pour réduire 0,01 de fer à l'état de sel ferreux. 1^{cc} réduira $\frac{0,01}{22} = 0,00045$. On le voit donc, l'approximation est inférieure à un demi-milligramme.

» Une fois la solution d'hyposulfite titrée, on pourra doser : 1° le fer total contenu dans un sel ou dans un minerai, 2° le persel de fer contenu dans un protosel altéré, ou dans un sel quelconque de fer.

» Dans ce second cas, dissoudre le sel dans de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique; diviser cette solution en deux parties. Faire avec la première un volume de 500^{cc} et doser le persel dans cette solution, ainsi que nous venons de l'indiquer. Additionner la seconde partie de quelques cristaux de chlorate de potasse, de façon à tout transformer par le feu en persel. Faire un volume de 500^{cc}. Doser le fer total. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche du sang sur les vêtements qui ont été lavés.* Note de M. C. **Husson**, présentée par M. Chatin.

« A plusieurs reprises, j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie quelques observations faites dans des expertises qui avaient pour but la recherche du sang; je lui demande la permission de revenir sur cette importante question.

» Lorsque le linge taché de sang a subi un lavage sérieux, il est difficile de retrouver les différents éléments caractéristiques.

» Quand le microscope et le spectroscope n'ont décelé ni hémoglobine ni hématine, il me semble imprudent de compter sur la recherche de la fibrine. On s'expose, en effet, à bien des méprises. Mais alors, il peut y avoir de l'intérêt à mettre en évidence les soins que l'accusé a pris pour laver telle partie du vêtement plutôt que telle autre. L'eau ne suffit ordinairement pas pour enlever toute trace de sang; il faut encore savonner la tache et, lorsque l'opération ne se fait pas à grande eau, il est rare que le linge ou le vêtement ne retienne pas de traces de savon, qu'il est possible de mettre en évidence sans nuire à la recherche des cristaux de chlorhydrate d'hématine.

» Voici le mode opératoire :

» Ayant découpé une portion de l'étoffe, à l'endroit suspect, on met ce petit morceau dans un verre de montre et on l'humecte avec quelques gouttes d'eau distillée. Le tout est maintenu pendant deux heures sur du sable chaud, à une température de 40°; pour éviter la dessiccation, on ajoute une goutte d'eau, trois ou quatre fois pendant la macération. On comprime l'étoffe, avec une petite pince, et l'eau qui s'écoule indique déjà, par sa couleur, s'il est possible d'espérer des cristaux d'hématine. Cette eau est évaporée goutte à goutte sur une plaque de verre, qui servira à l'observation micrographique. Si le liquide s'est trop

étendu sur le verre, le résidu est raclé et ramené avec soin au centre de la plaque, où on le retient à l'aide d'une goutte de solution d'iodure ou de chlorure de potassium au centième. La même portion d'étoffe, replacée dans le verre de montre, est traitée par une petite quantité d'acide acétique cristallisable qui, après avoir été exprimé, est évaporé sur le premier résidu, avec les précautions indiquées plus haut.

» Ayant placé le couvre-objet sur le résidu, de l'acide acétique cristallisable est introduit par capillarité entre les deux lames de verre. On porte à l'ébullition, et on laisse refroidir en ayant soin d'incliner légèrement la plaque de verre, de manière que le liquide non évaporé se réunisse à un des angles du couvre-objet.

» S'il y a encore de l'hématine, les cristaux de chlorhydrate apparaissent. S'il y a du savon, on remarque des gouttelettes jaunes d'acide oléique, à côté de l'acide margarique qui cristallise en aiguilles tout à fait caractéristiques. Elles ne sont jamais complètement raides, mais toujours plus ou moins contournées. Elles se montrent d'abord sous forme de C allongé ou de virgules.

» S'il y a beaucoup de savon, ces aiguilles se réunissent et forment des masses chevelues arborisées. Lorsqu'il y en a peu, au contraire, elles se réunissent deux à deux, ou en petits faisceaux fibrineux qui ont une certaine analogie avec la fibrine fixée sur des débris de tissus.

» C'est surtout pour cette raison que j'ai cru devoir présenter cette observation à l'Académie, parce que cette similitude de forme, quoique éloignée, pourrait amener des erreurs. Quelques filaments de fibrine, aperçus au microscope sans les cristaux ou les raies de l'hématine, ne me semblent pas suffisants pour démontrer la présence du sang.

» Lorsque la tache lavée est suffisamment étendue pour faire une autre contre-épreuve, on peut en découper une seconde portion, que l'on fait bouillir avec de l'eau distillée; on enlève le tissu, on filtre sur un très petit filtre, puis le liquide est évaporé et calciné dans une capsule de platine. Le résidu est repris par une goutte d'eau distillée, qui teinte légèrement en bleu les bords d'une bande de papier rouge de tournesol.

» On a mis ainsi en évidence l'alcali et l'acide du savon. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Comparaison de l'excitabilité de la surface et des parties profondes du cerveau.* Note de M. COUTY, présentée par M. Vulpian.

« Les anciens expérimentateurs avaient constaté que les parties profondes du cerveau étaient sensibles à divers excitants, et seules les parties superficielles leur avaient paru inexcitables. Les observations commencées avec les courants électriques par MM. Fritsch et Hitzig, les observations faites avec les excitants mécaniques par M. Vulpian et par moi ont montré que cette dernière conclusion était incomplète, et, au moins sur certaines espèces, quelques-unes des régions corticales sont, elles aussi, plus ou moins sensibles.

» On a voulu récemment dépasser ces dernières conclusions, et, d'après MM. Franck et Pitres, les couches superficielles du cerveau seraient les plus excitables, et l'électrisation des parties sous-corticales ne pourrait pas déterminer de convulsions.

» Sans entrer dans la critique de ces conclusions et des observations dont elles sont déduites, je vais présenter des expériences nouvelles, relativement simples, qui montreront la nécessité de revenir aux idées défendues par MM. Flourens, Longet et Vulpian.

» J'ai utilisé des singes cébus, et plus souvent des chiens normaux strychnisés ou chloralisés. Pour comparer la surface du cerveau aux parties sous-jacentes, j'ai mis à nu cet organe sur un petit espace; cela fait, j'appliquais les électrodes du chariot de du Bois-Reymond sur deux points supposés sensibles, faciles à reconnaître, éloignés de 4^{mm} à 8^{mm}; je notais exactement le courant minimum capable de produire une contraction dans les membres du côté opposé, comme aussi le courant un peu plus fort nécessaire pour déterminer des secousses synergiques, hémiplégiques ou généralisées. Puis, sans rien changer aux conditions de l'animal, après l'avoir laissé reposer, j'allais exciter directement les parties blanches sous-corticales, en enfonçant aux mêmes points, de 1^{mm} à 6^{mm}, suivant les cas, des électrodes bien isolées par une couche de gutta-percha; les parties blanches comprises entre les extrémités des fils de laiton recouverts de gutta-percha se trouvaient ainsi seules directement excitées.

» Dans ces conditions nouvelles, je produisais des contractions ou des convulsions avec des excitations moindres qu'auparavant, et, tandis que, par exemple, il fallait appliquer sur la surface du cerveau le courant 10 pendant six à huit secondes pour obtenir des secousses hémiplégiques ou généralisées, le courant 11 ou 12 devenait suffisant si l'on enfonçait les électrodes de 2^{mm}. L'excitabilité des parties sous-corticales était donc plus grande que celle des parties superficielles, et ce fait sert à prouver que, comme l'a très bien dit M. Vulpian, l'électrisation des circonvolutions agit par diffusion à travers la substance grise inexcitable sur les fibres blanches sous-jacentes.

» On peut donner à l'expérience une forme plus probante. On applique sur le cerveau la pointe des électrodes isolées; on fait passer un courant; il produit des contractions dans les membres du côté opposé; alors on enfonce de 2^{mm} ou 3^{mm}, et les contractions isolées se transforment en convulsions hémiplégiques ou généralisées. Les effets de l'excitation augmentent parce qu'ils portent sur des parties plus sensibles.

» Les observations faites sur des chiens chloralisés ou strychnisés ne diffèrent que par la forme de la réaction.

» Sur les animaux anesthésiés et aussi sur les animaux épuisés par des lésions cérébrales étendues, on ne peut plus produire aucune espèce de convulsion ; mais, si l'on compare les contractions plus simples restées possibles, on constate que pour le même courant elles sont plus multiples et plus amples dans les cas d'électrisation sous-corticale ; comme aussi dans ces cas le courant minimum d'excitation sera un peu plus faible.

» Sur des chiens strychnisés, l'examen est plus difficile, à cause des excitations mécaniques, et aussi à cause des secousses qui projettent quelquefois les électrodes dans les corps opto-striés ou dans d'autres parties éloignées; ce qui suffit à modifier toutes les conditions d'examen. Si l'on évite ces causes d'erreur, presque toutes les électrisations déterminent, si elles sont senties, un accès généralisé ; mais, pour produire les convulsions, un courant moindre sera suffisant dans les cas d'excitation sous-corticale.

» Toutes ces expériences sont donc absolument concordantes ; elles établissent directement que l'électrisation de la substance blanche produit des effets absolument analogues à ceux de l'électrisation corticale; et elles prouvent que, conformément à l'opinion des anciens expérimentateurs, l'excitabilité de cette substance blanche va en augmentant à mesure que l'on descend de la surface du cerveau à ses parties profondes, ou mieux à mesure que l'on se rapproche de la protubérance et de la moelle, ces véritables centres de réception et de réflexion de toutes les excitations parties du cerveau, comme j'ai essayé de le montrer dans diverses Communications précédentes. »

HISTOGÉNIE. — *Sur la spermatogénèse des Crustacés podophtalmes, spécialement des Décapodes.* Note de M. G. **Herrmann**, présentée par M. Ch. Robin.

« Dans ces Crustacés, les ovules mâles contenus dans les tubes testiculaires fournissent, par voie de *segmentation*, un certain nombre de *spermatoblastes,* dont chacun donnera naissance à un spermatozoïde. La formation de ce dernier débute, comme chez les Vertébrés, par l'apparition d'un *nodule céphalique* dans le spermatoblaste, au contact du noyau et au pôle antérieur de ce dernier. Ce nodule se transforme en une *vésicule* transparente, ayant d'abord la forme d'un segment de sphère appliqué sur le noyau,

et s'élargissant ensuite progressivement pour devenir sphérique. Au pôle antérieur de cette vésicule (c'est-à-dire au point le plus éloigné du noyau) apparaît bientôt une sorte d'excroissance de la paroi, faisant saillie dans la cavité sous forme d'une petite éminence conique et arrondie; peu après, se montre au pôle postérieur une autre saillie qui revêt l'aspect d'un mince bâtonnet. Ces deux excroissances s'allongent, s'avancent ainsi à la rencontre l'une de l'autre et ne tardent pas à se fusionner, pour former une *colonne centrale* qui s'étend du pôle antérieur au pôle postérieur, dans l'axe de la vésicule céphalique. Cette colonne se colore d'une manière intense par les réactifs dans les premiers stades; plus tard, elle se termine à chaque bout par une sorte de goulot ouvert à l'extérieur et semble alors formée par invagination de la paroi vésiculaire. Chez beaucoup de Crustacés, elle reste creuse, en tout ou en partie, jusqu'à la fin du développement.

» Sur les *Décapodes brachyures* (*Maïa, Stenorhynchus, Xantho, Portunus, Carcinus, Atelecyclus, Pisa*) la vésicule céphalique prend généralement la forme d'une cloche, dont la colonne figurerait le battant et dont la partie convexe est en rapport avec le noyau dans lequel elle s'enfonce peu à peu. Finalement le noyau l'enveloppe de toutes parts, à l'exception de sa face basilaire ou antérieure sur laquelle vient s'ouvrir le goulot antérieur de la colonne. La substance nucléaire recouvre alors la vésicule sous forme d'une calotte hémisphérique; bientôt les bords de cette calotte émettent une série de prolongements effilés, variables comme nombre et comme dimension. Ainsi se produit, pour le spermatozoïde vu de face, l'aspect dit de *cellule radiée;* lorsqu'il est vu de profil, sa forme rappelle à s'y méprendre celle d'une petite Méduse.

» Le corps de la cellule spermatoblastique, déjà réduit à l'état de vestige au moment où apparaît le nodule primitif, semble avoir complètement disparu dès les premières phases de l'évolution.

» Chez la plupart des *Macroures,* la vésicule céphalique s'allonge d'une façon notable, ainsi que la colonne centrale. Au lieu de s'enfoncer dans le noyau, elle y reste simplement contiguë par sa portion basilaire. Au point de contact, existe un *collier* formé d'une substance opaque et homogène; nous n'avons pu déterminer s'il dérive du reste du corps cellulaire, ou si c'est une formation spéciale dépendant de la paroi de la vésicule céphalique. D'abord annulaire, il prend bientôt la forme d'une plaque triangulaire, dont les trois angles s'étirent en pointes pour former trois prolongements effilés et rigides. Ces phénomènes fondamentaux sont constants, mais la forme définitive de la vésicule céphalique varie beaucoup suivant

les espèces : dans le *Homard,* elle constitue un manchon cylindrique autour d'un axe central en forme de colonne dorique creuse; sur les *Pagures,* ces deux parties représentent deux cônes creux allongés, à section ogivale, emboîtés l'un dans l'autre. Ailleurs, la vésicule s'applique intimement sur la colonne centrale, avec laquelle elle paraît se confondre pour constituer une sorte de prolongement plein et très réfringent; celui-ci revêt la forme d'un gland allongé, supporté par un pédicule mince chez les *Galathées*, etc. L'épine acérée du *Crangon,* fixée sur la partie centrale d'un disque réfringent, et la tête, en forme d'haltère, de la *Porcellana* reconnaissent une origine analogue. L'*Astacus fluviatilis* se rapproche plutôt des Brachyures, car les nombreux prolongements que présentent les spermatozoïdes émanent du noyau du spermatoblaste; mais la vésicule céphalique n'est pas en rapport aussi intime avec le noyau, et la colonne centrale est représentée par un large conduit, ce qui donne à la cloche céphalique l'aspect d'un anneau. A côté de ce dernier, se voit un corps réfringent irrégulier qui paraît provenir du segment antérieur du corps cellulaire.

» Il est à remarquer que, en raison d'une sorte de condensation progressive de leur substance, les spermatozoïdes adultes présentent chez tous ces animaux un volume moindre, et souvent aussi une structure plus simple que les formes passagères qui caractérisent l'évolution des spermatoblastes.

» Le mode de formation des prolongements et leur nombre fixe ou variable semblent établir deux types assez nettement différenciés, pour les Crustacés marins que nous avons examinés. Mais l'étude du développement nous montre une série de formes transitoires, qui nous permettent de saisir nettement les liens de parenté unissant entre elles les formes adultes si dissemblables à première vue : c'est ainsi que les spermatozoïdes de la Langouste se réduisent au noyau du spermatoblaste muni de son nodule céphalique excavé, au pourtour duquel sont fixés trois minces prolongements. Les Brachyures nous offrent ensuite des formes de plus en plus complexes, et l'on arrive au maximum de complication chez les autres Macroures (Homard, Galathée), les formes transitoires de certaines espèces se rapprochant très sensiblement des formes parfaites d'autres espèces plus ou moins voisines (1).

(1) C. Grobben (*Mannliche Geschlechtsorgane der Dekapoden,* Wien, 1878) a déjà signalé ces analogies et nous avons eu l'occasion d'établir des rapprochements de même ordre pour les Vertébrés dans un précédent Mémoire, sur la spermatogénèse des Sélaciens.

On pourrait résumer ainsi, pour les Crustacés podophtalmes, dans une sorte de tableau généalogique, les rapports de parenté morphologique existant entre les spermatozoïdes des différents groupes. Même en tenant compte des faits que nous avons pu constater plus récemment sur les Crustacés édriophtalmes et les Mollusques céphalopodes, on est amené à trouver, dans le spermatoblaste (gemme ou cellule) muni de son noyau que surmonte le nodule céphalique primitif, un point de départ commun à tous les animaux dont la spermatogenèse a été étudiée d'une manière précise jusqu'à ce jour.

» On aurait ainsi un certain nombre de types, rameaux issus d'un même tronc, et les séries actuellement connues (Vertébrés, Crustacés) nous permettent de prévoir le moment où il sera possible d'étendre ces comparaisons au règne animal tout entier. Mais il est facile de voir, dès à présent, que les variations de forme des éléments figurés du sperme obéissent à des lois déterminées, analogues à celles qui nous ont été révélées par les études de morphologie générale en Zoologie.

» Notons enfin l'existence des spermatoblastes et des spermatozoïdes monstrueux, les uns doubles, les autres ayant subi des arrêts de développement, observés sur le *Stenorhynchus phalangium* et sur l'*Astacus fluviatilis*. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'anatomie et la physiologie de la Sacculine à l'état adulte.* Note de M. **Yves Delage**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Malgré de nombreux travaux sur la Sacculine et sur les genres voisins *Peltogaster* et *Lernœodiscus*, nos connaissances positives sur l'organisation de ces êtres sont très peu avancées; les hypothèses au moyen desquelles on a cru pouvoir combler les lacunes laissées par les faits sont toutes fort éloignées de la vérité.

» La Sacculine se compose de deux parties, l'une extérieure, l'autre intérieure au Crabe. Celle-ci se compose des tubes et de la *membrane basilaire.*

» *Membrane basilaire.* — C'est une sorte de sac aplati, étalé sur l'intestin du Crabe; il donne naissance par ses bords aux tubes et par sa face superficielle au pédicule de la Sacculine. Cette membrane est revêtue d'une mince couche chitineuse, qui se continue sur les tubes. Ses parois sont formées d'une couche de grosses cellules, étirées à leur partie profonde en prolongements filiformes ramifiés. Toute la cavité du sac est remplie par un tissu caverneux, formé de cellules transformées en fibres sans cesse ramifiées et

anastomosées. Les tubes sont des extensions cylindriques de la membrane. Ils ont la même structure qu'elle. Ils sont répandus dans tout le corps du Crabe et sont toujours situés, de même que la membrane, dans la cavité générale. Jamais ils ne pénètrent dans les couches propres des viscères.

» *Sac*. — La partie extérieure au Crabe est enveloppée par un *sac*, improprement appelé *manteau*, qui sert de limite à la cavité incubatrice et d'enveloppe protectrice à la masse viscérale. On trouve, dans son épaisseur, un réseau serré de fibres musculaires striées, disposé tangentiellement, tandis que d'une face à l'autre s'étendent des fibres conjonctives. Ces fibres sont disposées en gerbes étranglées au milieu, au point où elles traversent le réseau musculaire, étalées aux extrémités qui s'insèrent sur le revêtement chitineux du sac. Au point d'insertion de chacune d'elles, on retrouve un gros noyau, celui de la cellule qui a formé la fibre. Les espaces réservés entre les gerbes conjonctives et les faisceaux musculaires sont tapissés de larges cellules plates, qui forment un *endothélium* continu.

» *Masse viscérale*. — Contenue dans le sac, elle lui est rattachée par le pédicule et par une sorte de mésentère qui règne entre le pédicule et le cloaque, toujours du côté droit du Crabe, comme l'a fait remarquer M. Giard. Elle a une paroi musculo-membraneuse semblable à celle du sac. Un réseau musculaire lui forme une enveloppe contractile, et, en dehors de lui, on retrouve la couche des gros noyaux, avec les fibres en gerbe qui en partent. Mais celles-ci, au lieu de se continuer, comme dans le sac, avec celles de la face opposée, servent de tendons d'insertion à de belles fibres musculaires striées, qui s'étendent en travers dans toute la largeur de la masse. Elles sont disposées par plans parallèles étagés. Les espaces lacunaires limités par les faisceaux conjonctifs et musculaires qui forment ainsi le squelette de la masse viscérale sont, comme ceux du sac, revêtus d'un endothélium continu. Ces lacunes communiquent avec celles du sac par le mésentère et, les unes et les autres, avec celles de la membrane basilaire, par le pédicule.

» Il en résulte que, depuis l'extrémité des tubes suceurs jusqu'aux limites superficielles de son corps, la Sacculine est parcourue par un système de lacunes, dans lequel circulent les liquides aspirés par les tubes, et qui constitue un appareil à la fois circulatoire et digestif très rudimentaire.

» *Ovaires*. — Les espaces réservés entre les plans musculaires de la masse viscérale sont occupés par des tubes sinueux, remplis par les œufs. Ces tubes sont eux-mêmes revêtus par l'endothélium général.

» Les ovaires s'ouvrent dans la cavité incubatrice, non loin du cloaque, de chaque côté du plan médian déterminé par le mésentère, par un oviducte large et court autour duquel sont disposés les tubes ramifiés de deux grosses glandes. Leur épithélium cylindrique élevé revêt aussi les parois de l'oviducte.

» *Testicules.* — Au nombre de deux, un de chaque côté du plan médian, ils s'ouvrent au fond de la cavité incubatrice. Leur canal, long et très fin, est tapissé d'un épithélium cylindrique, distinct des cellules sécrétantes.

» *Système nerveux.* — Complètement méconnu jusqu'ici chez tous les Rhizocéphales, il est formé par un seul ganglion situé dans la masse viscérale, près de son extrémité cloacale. Sa position permet d'orienter l'animal et de déterminer son extrémité cloacale comme céphalique ou supérieure, ce qui est l'inverse de ce que l'on avait pensé jusqu'ici. Ce ganglion a la forme d'une étoile à quatre branches, dont les angles émettent les quatre nerfs principaux. Les deux supérieurs se rendent par la partie terminale du mésentère dans le manteau, pour se ramifier dans sa couche musculaire. Un rameau important s'en détache et se rend au sphincter cloacal. Les deux inférieurs sont destinés à la masse viscérale. Ils se divisent presque aussitôt en deux branches, une externe qui se répand dans la couche musculaire de l'enveloppe, une interne qui descend dans la masse de l'ovaire pour innerver les plans musculaires transversaux.

» *Ponte.* — Trois à quatre jours après que la Sacculine a émis ses Nauplius, elle fait une nouvelle ponte dans sa cavité incubatrice. La manière dont s'accomplit ce phénomène n'est connue chez aucun Cirrhipède. La couche chitineuse qui tapissait la cavité incubatrice se détache par une mue et sort par l'orifice cloacal. Une couche nouvelle toute formée se trouve au-dessous. Les deux glandes de l'oviducte muent également, et, par l'orifice de l'oviducte, se dévagine un bouquet de tubes chitineux ramifiés, qui sont sortis en se retournant des culs-de-sac glandulaires. Leur ensemble reste attaché par la base à l'orifice de l'oviducte. A ce moment, les œufs sortent en masse de l'ovaire et sont forcés de pénétrer dans ces tubes, qu'ils remplissent en les distendant sans changer leur forme. Quand la ponte est finie, le paquet de tubes se détache de l'orifice de l'oviducte et reste dans la cavité incubatrice jusqu'à maturité complète des œufs.

» *Fécondation.* — Elle a lieu dans l'ovaire, entre le moment de la mue et celui de la ponte. Les spermatozoïdes entrent dans l'ovaire par l'oviducte.

» *Retinacula.* — La couche chitineuse qui tapisse la cavité incubatrice est

hérissée çà et là de petites papilles surmontées d'un petit bouquet d'éminences coniques. Ces appareils, que je nomme *retinacula*, arrêtent chacun l'extrémité d'un des tubes gorgés d'œufs provenant de la ponte et sert à le fixer dans sa situation. Ils ont pour fonction, au moment de l'émission des Nauplius, d'empêcher les tubes de sortir en bloc par le cloaque et de retenir les Nauplius dans leur prison. Les tubes étant fixés dans la cavité incubatrice, les contractions du sac les déchirent lorsque les œufs sont mûrs et les Nauplius sont mis en liberté. Leurs débris sont évacués, avec la mue qui précède une nouvelle ponte, dans la cavité incubatrice. »

M. G. Fleury adresse une Note relative aux matières organiques contenues dans l'eau de mer.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 octobre 1882.

Quatrième Congrès international d'hygiène et de démographie à Genève (du 4 au 9 septembre 1882). Comptes rendus et Mémoires, publiés par M. le Dr P.-L. Dunant; t. II. Genève, H. Georg, 1883; in-8°.

Mémoires et bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; année 1882. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret et fils, 1883; in-8°.

Enseignement de tous. L'allemand de tous. Méthode étymologique et mnémonique pour apprendre promptement et sûrement la langue allemande; par M. l'abbé Moigno. Paris, R. Haton, 1884; 1 vol. in-12.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, publié sous les auspices du Conseil général, année 1882. Montpellier, typogr. Boehm, 1883; in-4°.

Etude sur les sources thermales, particulièrement celles de Luchon; par M. Furiet. Toulouse, imp. P. Savy, 1883; br. in-8°.

Targioni-Tozzetti. *Questione sulla existenza dell'uovo di inverno della Filossera della vite, nuovamente proposta nell'adunanza della Società, nel di*

3 *giugno* 1883. Firenze, tipogr. Cenniniana, 1883; in 8°. (Estratto dal *Bullettino della Società entomologica italiana.*)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 OCTOBRE 1883.

Hommes fossiles et hommes sauvages. Études d'Anthropologie; par A. DE QUATREFAGES. Paris, J.-B. Baillière, 1884; in-8° illustré.

Notions générales de Géologie; par M. E. HÉBERT. Paris, G. Masson, 1884; in-12.

Traité élémentaire de Chimie; par L. TROOST. 8e édition. Paris, G. Masson, 1884; 1 vol. in-12.

Notice sur l'emploi du physiographe universel de A.-L. DONNADIEU. Paris, imp. Donnadieu, 1883; opusc. in-4°.

Éléments de Physique médicale; par C.-M. GARIEL *et* DESPLATS; fasc. IV. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Aperçu sur le rôle des astéroïdes inférieurs dans la physique du monde; par F. CHAPEL. Paris, Fichbacher, 1883; br. in-8°.

Du pytiriasis circiné et marginé, description de son mycoderme, le Microsporon anomœon; *par* E. VIDAL. Paris, G. Masson, 1882; br. in-8°.

Du lupus scléreux; par M. E. VIDAL. Paris, G. Masson, 1883; opuscule in-8°. (Extrait des *Annales de dermatologie et de syphiligraphie.*)

Proceedings of the Cambridge philosophical Society; vol. IV, part. 2, 3, 4, 5. Cambridge, 1881-1883; 4 liv. in-8°.

Proceedings of the royal Society; vol. XXXIV et XXXV, nos 221 à 226. London, 1882-1883; 6 liv. in-8°.

Philosophical Transactions of the royal Society of London; vol. 173, part II, III, IV; vol. 174, part I. London, 1882-1883; 4 liv. in-4°.

Report of the fifty-second meeting of the british Association for the advancement of science, held at Southampton in august 1882. London, John Murray, 1883; in-8° relié.

Catalogue of the scientific books in the library of the Royal Society. General catalogue. London, Spottiswoode, 1883; in-8° relié.

COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

DISCOURS PRONONCÉS AUX FUNÉRAILLES DE M. BREGUET.

Allocution de M. Janssen
au nom de l'Académie.

« Messieurs,

» Je ne puis encore, je vous l'avoue, me persuader que c'est la dépouille de mon cher Bréguet qui est là, gisante dans ce cercueil. Vous vous rappelez, mes chers Confrères, ce banquet de l'Institut qui nous réunissait jeudi dernier, et auquel Breguet assistait plein de vie, et presque de gaîté. Quelle est donc la cause qui a pu détruire en un instant une organisation si puissante et si riche, qui semblait défier les années et qui promettait une longue et verte vieillesse? Comment toutes nos prévisions si fondées peuvent-elles être si cruellement démenties?

» La cause physique qui a produit ce déplorable événement, nous l'ignorons encore, mais la cause morale, hélas! nous ne l'entrevoyons que trop, et les deuils répétés, sans consolation possible, qui sont venus frapper coup sur coup cette malheureuse famille, n'expliquent que trop l'événement final qui nous amène ici.

» Notre Confrère, en effet, a vu tomber successivement tout ce qui formait le but et l'espoir de sa vie. C'est d'abord une fille chérie qui lui est enlevée dans la force et la grâce de l'âge. C'est son neveu, M. Niaudet-Breguet, cet homme charmant, cet esprit si distingué, notre cher trésorier de la Société de Physique, qui tombe au milieu de sa carrière.

» Ces deuils sont déjà bien cruels, mais il en est un qui devait porter à

notre Confrère un coup sans remède. Breguet avait une noble et suprême ambition : son nom, il le considérait comme un glorieux héritage qu'il devait transmettre, plus glorieux encore, à un fils digne de lui. Noble et légitime désir, car il fait d'une famille comme un résumé de la famille humaine où tout se reçoit pour se transmettre, et où notre plus réelle grandeur est de nous tenir à notre rang, et de n'avoir que la seule ambition de rendre agrandi le dépôt qui nous a été confié.

» Ce désir de notre Confrère semblait avoir été exaucé, au delà même de ses espérances. Breguet avait un fils, Antoine, que nous avons tous connu. Vous savez avec quelle complaisance nous avions vu ce jeune homme grandir sous nos yeux, et se mettre enfin en pleine possession du rôle que lui destinait son père. Antoine Breguet, élève de l'École, avait reçu une solide instruction théorique et, avec son père, il s'était initié à tous les secrets de la pratique. Pour moi, il représentait, en avenir, comme le type du grand artiste-constructeur, de cette classe d'hommes éminents qui, à notre époque, prennent une place de plus en plus importante, car c'est à eux que la Société doit de bénéficier des découvertes de la Science.

» Breguet avait donc un successeur comme il le souhaitait, et qui réalisait le rêve et l'ambition de toute sa vie. Or voilà qu'en un instant la mort vient tout détruire, et Antoine expire à trente ans et presque dans les bras de son père!

» Nous fûmes tous atterrés. Pour Breguet, c'était un coup écrasant qui dépassait les forces humaines. Le ciel du vieillard, éclairé seulement des lueurs de plus en plus pâlissantes du couchant, est trop triste par lui-même, il lui faut la jeune et chaude clarté d'un astre ami qui se lève à son orient; c'est là la joie suprême et la suprême consolation que la nature nous a réservée, lorsqu'elle nous a refusé une vie immortelle.

» Ah! Breguet, que ton ciel fut sombre après cette œuvre cruelle de la Mort! J'ai lu alors dans ton âme, et j'y ai vu sans doute l'effort de l'homme courageux qui se raidit, par devoir, contre un destin impitoyable; mais j'y ai lu aussi le découragement profond, l'amertume d'un long espoir déçu, la douleur de sentir aux approches de la fin un avenir qui échappe tout entier.

» Mais, Messieurs, les regrets que nous éprouvons de la perte de ce grand artiste ne doivent pas nous faire oublier l'hommage que nous lui devons pour les services qu'il a rendus à la Science et à ses plus hautes applications.

» A cet égard, Messieurs, ma tâche sera facile et presque inutile, car

notre Confrère a eu le rare privilège de voir ses travaux connus de tous, et, héritier d'un nom déjà populaire, d'avoir su le rendre plus populaire encore.

» Au début de sa carrière, Breguet, petit-fils d'un horloger illustre, et doué comme il l'était, n'avait qu'à suivre une voie toute tracée qui lui promettait honneur et fortune. Mais la télégraphie électrique, déjà appliquée en Amérique, faisait alors son apparition dans le monde, et le jeune artiste, pressentant l'immense avenir de cette admirable application des découvertes de Volta, d'Arago et d'Ampère, voulut en personnifier l'introduction en France.

» Il faudrait une bien longue analyse pour parler de toutes les inventions, de tous les appareils, de tous les ouvrages qui ont marqué le développement de cette longue carrière. Disons seulement, pour la résumer, qu'il fut chez nous l'initiateur de la télégraphie électrique, que, malgré les immenses développements de ces applications, il sut toujours rester au premier rang, et que de ses ateliers sont sortis une foule d'ingénieurs ou de praticiens qui sont aujourd'hui la force et l'honneur de ces arts électriques qui prennent un si prodigieux développement.

» Mais cette œuvre déjà si considérable, et qui suffirait à illustrer un constructeur et un artiste, n'est pas la seule qui appelle la reconnaissance nationale. Et ici, Messieurs, ayant l'honneur de représenter l'Académie, j'ai un devoir particulier à remplir.

» Je veux parler de ce concours éminent que Breguet ne cessa, durant sa longue carrière, de donner aux sciences pures. Parmi les travaux de cet ordre, vous vous rappelez, Messieurs, ces belles expériences sur la lumière qui ont eu un si glorieux et si légitime retentissement. Arago avait indiqué un plan d'expériences pour décider entre les deux systèmes sur le mode de transmission de la lumière. MM. Fizeau et Foucault apportèrent chacun un mode particulier de solution du problème. Dans ces admirables expériences, Breguet et Froment se partagèrent l'honneur d'avoir donné les moyens de réalisation. La part de Breguet fut si grande que l'un des auteurs de ces belles conceptions voulut le considérer comme son collaborateur. J'ai cité cet exemple, parce qu'il fut peut-être le plus remarqué, mais dans combien de circonstances Breguet n'a-t-il pas donné son concours? Quand notre savant Confrère, M. Yvon Villarceau, voulut faire exécuter son régulateur astronomique, ce fut à Breguet qu'il s'adressa, et je puis affirmer que cet artiste était peut-être le seul qui pût réaliser les conditions si précises et si délicates exigées par l'instrument.

» Il en fut de même dans les questions où il s'agit d'obtenir des différences de longitude par l'électricité : ce fut encore à Breguet que nos Collègues du Bureau des Longitudes s'adressèrent. Dernièrement encore, quand mon illustre ami, M. Graham Bell, vint en France pour recevoir le grand prix que l'Académie lui décernait et faire connaître sa nouvelle découverte, le photophone, ce fut encore la maison Breguet qui exécuta les appareils, et Antoine Breguet qui donnait son ardent concours. Aussi, Messieurs, étions-nous habitués à compter sur Breguet, soit pour de judicieux conseils, soit pour un aide matériel et une collaboration effective. Il n'est donc que juste de dire que l'Académie, le Bureau des Longitudes et tous les jeunes savants font en Breguet une perte peut-être irréparable ; ils perdent en lui un grand artiste qui aimait et admirait la Science, que toutes les conceptions belles et sérieuses intéressaient et trouvaient disposé à les réaliser; un conseiller d'une expérience et d'une autorité incomparables.

» Voilà, Messieurs, tout ce que la mort nous enlève dans notre Confrère. Elle y ajoute encore cette amertume que celui qui était si digne de nous dédommager nous manque également.

» Mais Breguet laisse des petits-enfants. Ne pouvons-nous espérer qu'ils sont destinés à faire revivre encore un nom qui nous est cher? Je voudrais, Messieurs, que l'Académie, que le Bureau, que nous tous, nous considérassions comme chargés de cette tutelle morale. Les Breguet ont assez fait pour l'honneur de l'industrie et de la Science, pour avoir le droit de nous demander cette douce charge.

» Ah! si quelque chose eût pu consoler le vieillard quand il perdit son fils, si aujourd'hui quelque chose pouvait encore animer cette cendre et consoler cette noble veuve, ce serait la ferme assurance que la postérité de Breguet est sous la tutelle de la France, et que ce nom cher au pays est destiné à se relever et à briller encore au premier rang dans les hautes applications de la Science.

» C'est le vœu que je forme, en t'adressant, ô Breguet, ô mon cher et si regretté Confrère, nos derniers adieux. »

Discours de M. l'amiral Cloué,

VICE-PRÉSIDENT DU BUREAU DES LONGITUDES.

« Messieurs,

« En l'absence de M. Faye, Président du Bureau des Longitudes, qui est en mission à l'étranger et regrettera amèrement de n'avoir pu assister aux obsèques de son vieil ami, c'est à moi que revient le douloureux honneur de prendre la parole sur le bord de cette tombe, pour dire, au nom des membres du Bureau, un dernier adieu à notre cher et profondément regretté Collègue, qu'une maladie foudroyante vient d'enlever à sa famille, à ses amis et à la Science.

» Louis Breguet, né à Paris le 22 décembre 1804, a porté dignement un nom illustre. Il était petit-fils d'Abraham Breguet qui, perfectionnant toutes les branches de son art, a égalé par le talent et surpassé par la renommée les grands maîtres, Berthoud et Leroy, qui l'avaient formé.

» La première éducation de Louis Breguet a été entièrement pratique. Son père l'avait placé en apprentissage à Neuchâtel en Suisse, et il revint à Paris à l'âge de dix-huit ans, très habile ouvrier, mais fort peu instruit.

» Sans négliger dans les ateliers de son père aucun des travaux dont on lui confiait la direction, Breguet voulut remonter aux principes et devenir théoricien. Arago, ami de son père et bientôt le sien, l'y encouragea. C'est d'après ses conseils qu'il suivit, comme externe, les Cours de l'École Polytechnique, et à l'étude de la Mécanique joignit celle de la Physique et des Mathématiques sur lesquelles tout s'appuie.

» Chef bientôt d'une maison importante dont son père lui abandonna la direction, Breguet, pour conserver le premier rang parmi les plus habiles horlogers, n'avait besoin d'aucun effort; ses ambitions étaient plus hautes, les phénomènes électriques lui avaient révélé une voie nouvelle.

» Son premier travail scientifique, dans lequel Masson fut son collaborateur, fut très remarqué en 1842, et, cependant, c'est seulement vingt ans après qu'on a pu lui rendre pleine justice. Breguet et Masson ont préparé les travaux de Ruhmkorff dont le célèbre appareil, sans eux, aurait peut-être été impossible.

» Le nom de Breguet est dignement associé à un souvenir de plus haute importance encore, et dont vient de parler M. Janssen. Lorsque Arago, peu d'années avant sa mort, proposa l'admirable expérience qui devait décider

sans appel dans le grand procès entre les deux théories de la lumière, il avait besoin d'un miroir animé d'une rotation rapide. « Combien voulez-vous de tours? lui demanda Breguet. — Le plus que vous pourrez », fut la seule réponse. Breguet en obtint plus de mille par seconde; son appareil les comptait exactement.

» La Télégraphie électrique en France est, on peut le dire, la création et l'œuvre de Breguet. Sa destinée était d'associer son nom aux grands événements de la Science en résolvant le difficile problème de le transmettre plus glorieux encore qu'il ne l'avait reçu.

» Ici, je me trouve amené à parler de son fils Antoine, élève de l'École Polytechnique, directeur après son père de la maison de construction d'appareils électriques et organisateur de l'Exposition d'électricité de 1881. La mort de ce jeune savant, avant sa trentième année, au moment où il venait d'être admis dans la Légion d'honneur, et où il promettait, lui aussi, d'illustrer à son tour le nom illustre des Breguet, cette mort prématurée a accablé son père qui, jusque-là, portait sans fatigue ses soixante-seize ans accomplis.

» Breguet, en 1847, avait été jugé digne d'entrer à l'Académie des Sciences. Arago recommandait sa candidature soutenue par vingt-cinq suffrages : il échoua cependant et ne se représenta de nouveau qu'en 1873 pour une place d'Académicien libre. Il fut vaincu une seconde fois, mais par un concurrent devant lequel tout s'incline : j'ai nommé le comte Ferdinand de Lesseps. Cependant l'Académie, peu de mois après, s'empressait de lui témoigner par plus de cinquante suffrages ses sympathies et sa haute estime.

» Breguet était le doyen des membres du Bureau des Longitudes; il y était entouré du respect dû à son grand âge et à ses importants travaux; son aimable caractère lui avait conquis toutes nos affectueuses sympathies.

» Alerte comme à son ordinaire et plein de vigueur, il était présent à notre séance de mercredi dernier. Le lendemain, c'est-à-dire la veille même de sa mort, il assistait sans indisposition apparente au dîner de l'Institut; c'est donc plein de santé que Dieu l'a subitement rappelé à lui. Il est parti sans que son intelligence ait subi le moindre affaissement, frappé au poste d'honneur qu'il occupait dans la Science depuis si longtemps.

» Adieu, cher et aimable Collègue, reposez en paix dans le sein de Dieu; votre nom demeurera célèbre pour tous, et votre cher souvenir restera gravé profondément dans le cœur de vos amis.

» Adieu Breguet, cher Collègue, adieu! »

SÉANCE DU LUNDI 5 NOVEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Daubrée** annonce à l'Académie la mort de M. *Lawrence Smith*, l'un de ses Correspondants pour la Section de Minéralogie, qui a succombé, le 12 octobre, dans sa résidence, à Louisville (Kentucky).

« M. Lawrence Smith a doté la Chimie de méthodes nouvelles d'analyse, parmi lesquelles son procédé de dosage des alcalis dans les silicates est bien connu et souvent employé. Il a porté ses recherches sur l'étude difficile des terres qui accompagnent l'oxyde de cérium, et celles qui se trouvent dans les colombates.

» Parmi ses travaux de Minéralogie, je me bornerai à rappeler celui par lequel il débuta, et qui parut en 1850. Il découvrit en Asie Mineure, aux environs de Smyrne, cinq gisements de la variété de corindon connue sous le nom d'*émeri*, espacés sur une bande de 200^{km}. Puis, ayant étudié d'une manière approfondie les gisements de l'archipel grec, particulièrement celui de Naxos, qui avait été seul exploité depuis l'antiquité, il décrivit avec tant de précision les minéraux qui y accompagnent la substance utile, que ce signalement décela, quatorze ans plus tard, l'existence de l'émeri aux États-Unis, dans l'État de Massachussets. Ici, comme ailleurs, la nature de l'émeri avait d'abord été confondue avec celle de la magnétite : exemple de l'utilité des connaissances théoriques pour les applications pratiques.

» Ce sont surtout les météorites qui ont occupé M. Lawrence Smith. A part des études générales, il a fait connaître avec une grande exactitude la composition de beaucoup d'entre elles, et particulièrement de beaucoup d'holosidères. Il y a signalé la présence constante du cobalt, ainsi que celle du phosphore. Il a aussi découvert une espèce remarquable qui, jusqu'à présent, n'a pas été trouvée dans l'écorce terrestre, le sesquichlorure de

chrome. Il a appelé l'attention sur les trois chutes remarquables survenues, en trente-deux jours, sur un espace très limité (2° de latitude sur 6° de longitude), qui a été le réceptacle de la plupart des chutes observées depuis dix-huit ans aux États-Unis.

» Dans un Mémoire récent, ce savant a contribué à établir que les masses de fer natif du Groënland ne sont pas d'origine cosmique, comme l'avaient d'abord fait supposer leur nature métallique et leur composition, mais qu'elles font partie intégrante des masses doléritiques qui les accompagnent.

» Nous ne saurions oublier de rendre une fois de plus hommage à la générosité inépuisable avec laquelle M. Lawrence Smith, à diverses reprises, a enrichi la collection du Muséum : il y portait un plus vif intérêt encore qu'à sa collection personnelle. Il tenait à ce que toutes les chutes des États-Unis y fussent largement représentées, au point de se dessaisir en notre faveur d'échantillons uniques et d'une grande valeur : telle est notamment la masse de fer de Cohahuila (Butcher), d'un poids de 250^{kg}, qui est un des principaux ornements de notre collection. »

M. **Th. du Moncel**, en présentant à l'Académie la troisième édition de son Ouvrage sur « l'Éclairage électrique », fait observer que, en raison des inventions si nombreuses qui se produisent journellement dans cette application de la Science, il a été obligé de publier en deux Volumes cette nouvelle édition.

Dans le premier Volume, il traite la question des générateurs électriques applicables à la lumière électrique; dans le second, les appareils de lumière et toutes les applications qui en ont été faites.

« Aujourd'hui, dit-il, les générateurs électriques de lumière sont de plusieurs sortes, et l'on peut employer les piles à acides, les accumulateurs, les piles thermo-électriques et les machines d'induction. De ces divers générateurs, ce sont les machines d'induction qui sont les plus économiques et les plus employées; mais celles-ci peuvent être de diverses natures; elles peuvent être à courants continus ou alternatifs, à enroulements simples ou à doubles enroulements, à inducteurs isolés ou à inducteurs intercalés dans un même circuit ou en dérivation; elles peuvent être unipolaires ou à doubles armatures, et toutes ont des caractères particuliers qui les rendent propres à tel ou tel genre d'applications. Toutes ces différentes classes de machines sont étudiées avec détail dans ce premier Volume, ainsi que

certains effets qui résultent des actions parasites qui s'y manifestent et des magnétisations complexes qui résultent d'une armature de fer soumise à un double effet de polarisation magnétique par l'inducteur et le courant induit créé en elle. Les courants de réaction étudiés par M. Jamin, et qui sont la conséquence d'une dissymétrie des électrodes de l'arc, y sont l'objet d'une mention particulière, aussi bien que l'influence qu'exerce sur le travail des machines la résistance plus ou moins grande du circuit extérieur. Enfin les Rapports de la Commission internationale de l'Exposition d'électricité de 1881 sur le travail et le rendement de ces machines et des accumulateurs y sont longuement analysés, et le Volume se termine par la reproduction, d'après M. Marcel Deprez, des caractéristiques des principales machines, la description des divers systèmes proposés pour la distribution de la lumière électrique et celle des compteurs d'électricité, qui peuvent être électrochimiques ou électromagnétiques.

» La première Partie du second Volume se rapporte à l'exposé général des divers modes de production de la lumière électrique, aux systèmes par l'arc voltaïque, par l'incandescence, par la semi-incandescence, par une transformation à l'aide d'une action inductrice, par l'intermédiaire de conducteurs de mauvaise conductibilité, par des réflexions multiples. Tout ce qui se rapporte aux charbons employés pour cette lumière y est longuement traité, ainsi que la partie historique des inventions. Puis vient la description des lampes électriques, qui sont réparties en deux grandes catégories, les lampes à arc et les lampes à incandescence; mais les lampes elles-mêmes sont devenues si nombreuses et ont été établies sur des principes tellement différents qu'il a fallu les répartir aussi en plusieurs catégories. C'est ainsi que les lampes à arc comprennent les régulateurs à mouvements progressifs, les régulateurs à effets différentiels, les lampes à charbons circulaires, les lampes à effets hydrostatiques, les lampes fondées sur les répulsions des éléments contigus d'un même courant, les bougies électriques, les lampes à arc produit à la surface d'une matière réfractaire; c'est encore ainsi que les lampes à incandescence comprennent : les lampes à incandescence à baguette de charbon s'illuminant dans des globes hermétiquement fermés, les lampes à semi-incandescence brûlant dans l'air, les lampes à filament de platine ou de charbon du type Edison. Tous ces systèmes comprennent un grand nombre de modèles dont je décris les principaux. Puis je consacre un Chapitre entier à l'étude du rendement économique de ces lampes et au prix de revient de la lumière électrique, en m'appuyant sur les Rapports de la Commission de l'Exposition de

Paris de 1881 et de l'Exposition de Munich de 1882. Enfin je termine par les applications qui ont été faites de la lumière électrique à l'éclairage public et privé, à l'éclairage des phares, à l'éclairage des navires, aux signaux nautiques, à la guerre et à la marine, aux chemins de fer, à l'éclairage des galeries de mine et des travaux de nuit, à l'éclairage des gares et des ateliers, à la médecine et à la chirurgie, à la pêche, aux travaux sous-marins, aux projections des expériences d'optique, aux reproductions photographiques et aux représentations théâtrales. »

MEMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. Cabanellas adresse une Note intitulée : « Extension de la première loi de Kirchhoff : La somme des courants qui entrent dans toute portion d'un système quelconque en équilibre dynamique est égale à la somme des courants qui sortent de cette portion du système. »

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. A. Netter adresse, par l'entreprise de M. le Ministre de l'Instruction publique, une Note relative aux épidémies de choléra.

(Renvoi à l'examen de M. Vulpian.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un « Éloge de M. J. Maillard de la Gournerie », par M. le colonel *Laussedat*, Directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers;

2° Un volume de M. le Dr *Foissac*, portant pour titre : « Hygiène des saisons ».

M. le Secrétaire perpétuel présente à l'Académie un nouveau numéro du *Bullettino* publié par M. le prince *Boncompagni*. Ce numéro contient huit Lettres inédites du P. *Claude Jacquemet*, avec une préface par M. Aristide Marre.

ASTRONOMIE. — *Sur l'une des méthodes données par M.* Lœwy, *pour déterminer les ascensions droites des étoiles circompolaires.* Note de M. **F. Gonnessiat**, présentée par M. Faye.

« Comme contrôle des corrections relatives à quelques étoiles circompolaires publiées le 13 août 1883, j'ai fait une série d'observations comparatives par l'ancienne méthode basée sur les positions conclues à Lyon et par l'une des méthodes absolues récemment indiquées par M. Lœwy.

» Le premier des procédés de M. Lœwy peut d'ailleurs seul être employé avec notre instrument, dont le champ n'a que 40'; et, de plus, il faut, dans la majorité des cas, abréger beaucoup l'intervalle de temps qui sépare les deux séries conjuguées, ce qui augmente dans une notable proportion l'effet des erreurs portant sur la différence des déclinaisons. Enfin, bien qu'on ait procédé à une revision complète des diverses pièces de l'instrument, il n'est pas sûr que toutes les conditions de stabilité qu'exige cette méthode aient toujours été suffisamment remplies.

» Quoi qu'il en soit, le Tableau suivant donne les résultats de ces comparaisons, en ce qui concerne l'azimut de la mire Nord de notre instrument. Les nombres expriment des millièmes de seconde de temps, et les numéros qui désignent quelques étoiles se rapportent à la liste publiée par M. Lœwy (*Comptes rendus*, 18 juin 1883).

	Ancienne méthode.					Première des méthodes de M. Lœwy.			
			Azimut						
Date 1883.	Étoiles.		brut.	corrigé d'après Lyon.		Étoiles.		Azimut.	
Juin 20....	5140 B.A.C.	S	−877	−742		64 Lœwy	S	−763	−765
»	1235 B.A.C.	I	723	798	−770	25 L.	I	766	
»	ε Pet. Ourse	S	888	771					
23....	5140 B.A.C.	S	902	767					
»	1235 »	I	697	772	772	64 L.	S	694	715
»	ε P.O.	S	884	767		25 L.	I	736	
»	δ P.O.	S	847	779					
27....	5140 B.A.C.	S	997	862		64 L.	S	848	826
»	1235 »	I	738	813	830	25 L.	I	805	
»	δ P.O.	S	883	815					
28....	5140 B.A.C.	S	957	822					
»	1235 »	I	713	788	798	64 L.	S	777	803
»	ε P.O.	S	916	793		25 L.	I	828	
»	δ P.O.	S	850	782					

Date 1883.	Ancienne méthode. Étoiles.		Azimut brut.	Azimut corrigé d'après Lyon.		Première des méthodes de M. Lœwy. Étoiles.		Azimut.	
Juillet 2...	5140 B.A.C.	S	972	867					
»...	1235 »	I	786	891					
»...	ε P.O.	S	1115	998	909	64 L.	S	944	917
»...	δ P.O.	S	931	875		24 L.	I	893	
»...	51 Hév.	I	809	894					
Juillet 6...	5140 B.A.C.	S	961	826					
»...	ε P.O.	S	955	838	826	67 L.	S	782	830
»...	δ P.O.	S	881	813		25 L.	I	877	
7...	5140 B.A.C.	S	966	831					
»...	ε P.O.	S	900	783	805	66 L.	S	799	812
»...	δ P.O.	S	873	805		25 L.	I	825	
»...	51 Hév.	I	745	800					
Août 1.....	α P.O.	I	785	769					
».....	δ P.O.	S	869	801					
».....	51 Hév.	I	699	754	775	79 L.	S	825	800
».....	λ P.O.	S	909	763		2320 B.A.C.	I	775	
».....	2320 B.A.C.	I	819	790					
2.....	α P.O.	I	845	829					
».....	ε P.O.	S	928	811					
».....	δ P.O.	S	854	786	807	79 L.	S	778	765
».....	2320 B.A.C.	I	937	791		2320 B.A.C.	I	752	
».....	λ P.O.	S	845	816					
Août 3.....	δ P.O.	S	836	768					
».....	51 Hév.	I	733	788	787	79 L.		810	792
».....	2320 B.A.C.	I	946	800		2320 B.A.C.	I	775	
».....	λ P.O.	S	822	793					
4.....	α P.O.	S	871	855					
».....	δ P.O.	S	835	767					
».....	51 Hév.	I	775	830	821	79 L.		720	753
».....	2320 B.A.C.	I	965	819		2320 B.A.C.		786	
».....	λ P.O.	S	863	834					
			Moyenne.....		—809				—798

» Les résultats des deux séries d'observations concordent en général assez bien; la faible différence des moyennes générales provient surtout du nombre, évidemment peu exact, obtenu le 23 juin par la méthode absolue ».

MÉCANIQUE. — *Sur une Communication de M.* Boussinesq, *relative à l'équilibre d'un anneau circulaire;* par M. **Maurice Lévy.**

« I. Dans la séance du 24 septembre dernier, j'ai lu un Mémoire : *Sur un nouveau cas intégrable du problème de l'élastique* et, comme application, j'ai traité le problème de la stabilité de l'équilibre élastique d'un anneau circulaire mince, soumis à une pression normale, uniformément répartie sur sa fibre moyenne.

» J'ai montré qu'on est assuré qu'un tel anneau ne pourra pas s'écarter de la forme circulaire, quelque dérangement accidentel qu'il subisse, si la pression p qu'il supporte par unité de longueur de sa fibre moyenne satisfait à l'inégalité

$$(1) \qquad \frac{EI}{pR^3} > \frac{4}{9},$$

E, I ayant les significations habituelles, et R étant le rayon de la circonférence de la fibre moyenne, supposée comprimée sans flexion.

» Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 15 octobre, M. Boussinesq croit avoir donné, de ce résultat, une démonstration simple et pense même avoir établi une limite un peu meilleure que celle $\frac{4}{9}$, à savoir $\frac{3}{9}$ ou $\frac{1}{3}$.

» II. M. Boussinesq, au lieu de considérer, comme je le fais, les déformations finies de l'anneau, suppose *a priori* ces déformations infiniment petites, ce qui diminue la difficulté, mais conduit à des intégrales qui, ainsi que je vais l'établir, ne peuvent s'appliquer à la question.

» Je ferai remarquer d'abord que l'équation différentielle à laquelle arrive M. Boussinesq est, aux notations près, celle que donne M. Resal dans sa *Mécanique générale*. Elle s'intègre immédiatement et fournit, pour la fibre moyenne *supposée infiniment peu différente de la circonférence*, l'équation en coordonnées polaires (r, θ) que donne M. Boussinesq, à savoir

$$\frac{r}{R} - 1 = \alpha + C \cos\left(C' + \theta\sqrt{1 + \frac{pR^3}{EI}}\right),$$

où α, C, C′ sont trois constantes arbitraires. La constante C, ne dépendant que de la direction de l'axe polaire, peut être supposée nulle. Les deux autres *devraient* se déterminer par les deux conditions du problème que j'ai précédemment indiquées, à savoir :

» (a) Que la courbe déformée soit fermée;

» (b) Que sa longueur soit sensiblement celle de l'anneau circulaire, soit $2\varpi R$.

» Pour que la courbe soit fermée, il faut évidemment que

$$\sqrt{1+\frac{pR^3}{EI}} = i, \tag{2}$$

i étant un entier que M. Boussinesq montre facilement être au moins égal à 2, par analogie avec un théorème que j'ai énoncé dans ma Communication.

» D'autre part, pour que la longueur de la courbe soit $2\varpi R$, en admettant toujours le degré d'approximation de M. Boussinesq, on voit facilement qu'il suffit que $\alpha = 0$; donc la courbe déformée aurait, d'après M. Boussinesq, pour équation approchée

$$\frac{r}{R} - 1 = C \cos i\theta. \tag{3}$$

» III. On voit d'abord que nous avons exprimé toutes les conditions du problème et que cependant la constante C reste arbitraire, premier résultat inadmissible, et que je ne rencontre nullement dans mon Mémoire où je prends l'équation différentielle de la déformation *finie* des pièces circulaires, et je l'intègre rigoureusement.

» D'autre part, l'équation (2), si l'on y fait successivement $i = 2, 3, 4, \ldots$, devrait donner tous les états d'équilibre possibles.

» Mais, d'après cette équation, les seules valeurs de la pression p capables de maintenir un anneau en équilibre croîtraient par sauts brusques avec l'entier i, de telle sorte que, si l'on désigne par p_i celle qui répond à i, il n'existerait aucune pression intermédiaire entre les valeurs p_i et p_{i+1}, susceptible de procurer l'équilibre; en d'autres termes, l'anneau se trouvant en équilibre sous l'influence d'une pression p_i, si l'on augmente cette pression d'une quantité si petite qu'on voudra, d'un centième de milligramme par exemple, au lieu d'avoir un nouvel état d'équilibre voisin du premier, la pièce se briserait brusquement, ce qui n'est évidemment pas vrai, et ce que mon analyse exacte ne donne pas non plus.

» Il est donc impossible d'admettre les formules proposées. Du reste, les impossibilités auxquelles elles donnent lieu sont exactement pareilles à celles qu'on rencontrerait dans le problème des pièces droites chargées debout, si l'on voulait y appliquer l'équation habituelle, mais ici impuissante, $EI\frac{d^2y}{dx^2} = M$ [1], de la théorie des poutres droites. »

---

[1] Quant au chiffre de $\frac{3}{9} = \frac{1}{3}$ dont parle M. Boussinesq et auquel on est de suite conduit comme pouvant être substitué à celui $\frac{4}{9}$, dans le second membre de l'inégalité (1), lorsqu'on se borne aux déformations très petites, je l'ai discuté dans mon Mémoire *in extenso*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la décomposition d'un nombre en cinq carrés.* Note de M. STIELTJES. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Permettez-moi de vous communiquer un résultat que je crois nouveau, sur la décomposition d'un nombre $N \equiv 5$, mod. 8, en cinq carrés impairs et positifs. En désignant par $\varphi(m)$ la somme des diviseurs de m, le nombre de ces décompositions est

$$\varphi\left(\frac{N-1^2}{4}\right)+\varphi\left(\frac{N-3^2}{4}\right)+\varphi\left(\frac{N-5^2}{4}\right)+\ldots.$$

---

déposé sur le bureau de l'Académie le jour même où j'ai fait ma lecture, ainsi qu'il ressort du passage suivant. Après avoir établi, dans ce Mémoire, l'inégalité (1), j'ajoute :

« Il est à remarquer toutefois que, d'après la marche suivie, il n'y a aucune raison pour que le chiffre de $\frac{4}{9}$ soit la limite inférieure la plus petite possible. En d'autres termes, il est établi, par ce qui précède, qu'il *suffit* d'avoir $\frac{EI}{pR^3} > \frac{4}{9}$ pour être assuré de l'impossibilité d'une flexion; mais il se peut et il est même certain que des valeurs plus faibles de $\frac{EI}{pR^3}$ pourraient être admises sans danger.

» Il est intéressant, tout au moins, de rechercher jusqu'où pourraient aller ces valeurs. Or, si, dans les équations (16), on fait $u = 0$, les quadratures s'effectuent facilement, et l'on trouve $U = \frac{EI}{pR^3} = \frac{1}{n^2-1}$, soit pour $n = 2$, $\frac{EI}{pR^3} = \frac{1}{3} = \frac{3}{9}$. Donc, pour une valeur infiniment petite de u, on voit que $\frac{EI}{pR^3}$ pourra s'approcher autant qu'on le voudra de $\frac{3}{9}$. Or, supposer u infiniment petit, c'est supposer une déformation très faible de l'anneau circulaire. Ainsi, pour une déformation suffisamment petite, $\frac{EI}{pR^3}$ pourra s'approcher autant qu'on le voudra de $\frac{3}{9}$, et, par suite, pour qu'une déformation infiniment petite ne puisse pas se produire, $\frac{EI}{pR^3}$ devra être supérieur à $\frac{3}{9}$. D'où je conclus que la limite de $\frac{4}{9}$ que nous avons trouvée ne peut pas différer de la limite la plus faible possible de plus de $\frac{1}{9}$. Au point de vue pratique, il n'y a pas d'inconvénient à prendre $\frac{EI}{pR^3}$ un peu trop fort; au point de vue théorique, il est présumable que la limite la plus faible possible est effectivement celle qui répond à la déformation infiniment petite, c'est-à-dire $\frac{3}{9} = \frac{1}{3}$, parce que, si l'on a donné à un anneau une forme telle qu'il ne puisse pas se déformer infiniment peu, il est *extrêmement probable* qu'*a fortiori* il ne pourra pas prendre une déformation finie. Toutefois, si cette présomption est exacte, elle doit pouvoir se déduire rigoureusement des équations qui définissent U et u (équations de la page 696 des *Comptes rendus;* je saisis cette occasion de dire que dans ces équations le radical des dénominateurs doit couvrir tout le polynôme en y), et c'est ce à quoi je n'ai pas réussi. La question mériterait donc, au point de vue purement analytique, d'être complétée en ce sens. »

» C'est une conséquence facile du théorème de Jacobi concernant la décomposition en quatre carrés impairs et positifs d'un nombre $\equiv 4$, mod. 8; théorème qu'on peut maintenant considérer comme élémentaire. Or je trouve que ce même nombre des représentations de $N \equiv 5$, mod. 8, par cinq carrés peut s'exprimer aussi par cette nouvelle formule

$$f(N) + 2f(N - 8.1^2) + 2f(N - 8.2^2) + 2f(N - 8.3^2) + \ldots.$$

» La fonction $f(m)$ est définie de la manière suivante:

$$4f(m) = -\Sigma(-1)^{\frac{d^2-1}{8}} d,$$

d représentant successivement tous les diviseurs de $m \equiv 5$, mod. 8.

» C'est, comme vous le voyez, un théorème analogue à celui qui a lieu pour la décomposition d'un nombre $8k + 3$ en trois carrés impairs; mais je ne sais si ce théorème peut aussi se tirer de la théorie des fonctions elliptiques [1]. »

---

[1] Voici, pour la décomposition en cinq carrés impairs et positifs, une proposition que donnent les formules de la théorie des fonctions elliptiques. Soit n un entier $\equiv 1$, mod. 4; posons, de toutes les manières possibles, $n = dd'$ sous la condition $d' > 3d$: je considérerai la fonction

$$\chi(n) = \Sigma \tfrac{1}{4}(3d + d'),$$

qui peut être définie par ce développement

$$\begin{aligned} &\chi(5)q + \chi(9)q^2 + \ldots + \chi(4m+1)q^m + \ldots \\ &= \frac{q}{1-q} + \frac{4q^8}{1-q^3} + \frac{7q^{21}}{1-q^5} + \ldots + \frac{(3m-2)q^{m(3m-2)}}{1-q^{2m-1}} + \ldots \\ &+ \frac{q}{(1-q)^2} + \frac{q^8}{(1-q^3)^2} + \frac{q^{21}}{(1-q^5)^2} + \ldots + \frac{q^{m(3m-2)}}{(1-q^{2m-1})^2} + \ldots. \end{aligned}$$

Cela étant, le nombre des décompositions d'un entier $N \equiv 5$, mod. 8, s'obtient par la formule

$$\tfrac{1}{2}\chi(N) + \chi(N - 2^2) + \chi(N - 4^2) + \chi(N - 6^2) + \ldots.$$

Supposons, par exemple, $N = 45$, ce qui donne

$$\tfrac{1}{2}\chi(45) = 9, \quad \chi(41) = 11, \quad \chi(29) = 8, \quad \chi(9) = 3;$$

nous aurons 31 pour le nombre cherché, et c'est bien en effet ce qu'on trouve par le développement

$$(\sqrt[4]{q} + \sqrt[4]{q^9} + \sqrt[4]{q^{25}} + \ldots)^5 = q^{\frac{5}{4}}(1 + 5q^2 + 10q^4 + 15q^6 + 25q^8 + 31q^{10} + \ldots).$$

(C. H.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Probabilité pour qu'une permutation donnée de n lettres soit une permutation alternée.* Note de M. **Désiré André**, présentée par M. Hermite.

« D'après la définition que j'ai donnée ([1]), une permutation des n lettres $a_1, a_2, a_3, \ldots, a_n$ est une permutation alternée, lorsque les $n-1$ différences qu'on obtient, en y retranchant chaque indice du suivant, sont alternativement positives et négatives.

» Le nombre des permutations alternées de n lettres est toujours un nombre pair; j'en ai représenté la moitié par A_n; et il s'ensuit, si l'on désigne par P_n le nombre total des permutations de n lettres, que la probabilité cherchée z_n est donnée par l'égalité

$$z_n = \frac{2\,A_n}{P_n}.$$

» Or, comme je l'ai établi, A_n est juste le coefficient de $\frac{x^n}{n!}$ dans le développement soit de $\operatorname{séc} x$, soit de $\operatorname{tang} x$. Par conséquent, la probabilité z_n est juste le double du coefficient de x^n dans l'un ou l'autre de ces deux développements : dans le développement de $\operatorname{séc} x$, si n est pair; dans celui de $\operatorname{tang} x$, si n est impair.

» On connaît ainsi z_n, et le problème qu'on s'est proposé est résolu. Mais on peut se demander s'il n'existe pas, lorsque n augmente indéfiniment, une expression asymptotique simple de cette probabilité z_n.

» Pour parvenir à une pareille expression, je considère les deux égalités connues

$$\frac{1}{1^{2t+1}} - \frac{1}{3^{2t+1}} + \frac{1}{5^{2t+1}} - \cdots = \frac{2\,A_{2t}}{(2t)!}\,\frac{1}{4}\left(\frac{\pi}{2}\right)^{2t+1},$$

$$\frac{1}{1^{2t}} + \frac{1}{3^{2t}} + \frac{1}{5^{2t}} + \cdots = \frac{2\,A_{2t-1}}{(2t-1)!}\,\frac{1}{4}\left(\frac{\pi}{2}\right)^{2t}.$$

» Les premiers membres de ces égalités, lorsque t croît indéfiniment, ont l'un et l'autre pour limite l'unité. Leurs seconds membres, quel que soit t, sont tous les deux de la forme $z_n \frac{1}{4}\left(\frac{\pi}{2}\right)^{n+1}$. Si donc on fait croître n indéfiniment, ce produit $z_n \frac{1}{4}\left(\frac{\pi}{2}\right)^{n+1}$ a pour limite l'unité.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 12 mai 1879.

» Mais ce produit $z_n \frac{1}{4}\left(\frac{\pi}{2}\right)^{+1n}$ n'est autre chose que le rapport de la probabilité z_n à la quantité $4\left(\frac{2}{\pi}\right)^{n+1}$. Donc cette probabilité et cette quantité sont deux infiniment petits dont le rapport tend vers l'unité, c'est-à-dire deux infiniment petits de même ordre, qui ne diffèrent entre eux que d'un infiniment petit d'ordre supérieur. Donc, lorsque n croît indéfiniment, $4\left(\frac{2}{\pi}\right)^{n+1}$ est une expression asymptotique de la probabilité z_n.

» On voit combien cette expression asymptotique est simple; on peut remarquer que la probabilité z_n s'en approche en oscillant, plus petite qu'elle lorsque n est pair, plus grande lorsque n est impair; on peut remarquer aussi que l'expression asymptotique obtenue est un nombre essentiellement irrationnel, tandis que, par sa nature même, le nombre z_n est toujours rationnel. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration algébrique des équations linéaires.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« M. Jordan, dans le *Journal de Crelle* (Bd. 84) et dans les *Mémoires de l'Académie de Naples*, a montré comment on peut former les groupes d'ordre fini contenus dans le groupe linéaire. Il resterait à faire voir qu'à l'aide de tout groupe fini on peut former une équation linéaire à coefficients rationnels et à intégrales algébriques. J'ai cherché à démontrer ce théorème dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie au mois d'avril 1881; mais cette Note contient une faute de calcul qui en rend les résultats erronés; je prie donc l'Académie de vouloir bien la tenir pour non avenue jusqu'à ce que j'aie rectifié l'erreur qui y est contenue. Depuis, j'ai réussi à prouver qu'à tout groupe fini Γ on peut faire correspondre d'une infinité de manières un groupe fuchsien G auquel Γ est mériédriquement isomorphe, qu'à ces deux groupes correspond toujours une équation linéaire à intégrales algébriques et que, si l'on pose $x = f(z)$, $f(z)$ étant une fonction fuchsienne engendrée par le groupe G, les intégrales de cette équation sont des fonctions fuchsiennes engendrées par un sous-groupe g de G. Ainsi *à un groupe d'ordre fini correspond non pas une, mais une infinité d'équations à intégrales algébriques dont on peut même choisir arbitrairement les points singuliers.*

» Les fonctions fuchsiennes engendrées par g sont des fonctions ration-

nelles de x et de y, x et y étant liés par la relation algébrique

$$(1) \qquad \theta(x, y) = 0,$$

dont le degré en y est m et dont le genre est p. Si γ est le groupe de cette équation algébrique, il est *une seule fois transitif*. Quant au genre p, il satisfait à la relation

$$(2) \qquad 2p - 2 = m\left(n - 1 - \frac{1}{\alpha_0} - \frac{1}{\alpha_1} - \ldots - \frac{1}{\alpha_n}\right),$$

n et les α étant des entiers plus grands que 1 ; ce qui montre que tous les sous-groupes g de genre p rentrent dans un nombre fini de types.

» Il y a aussi un théorème concernant les intégrales abéliennes de première espèce, engendrées par la relation (1), et qui tient à ce que le groupe de cette relation est une seule fois transitif.

» *On peut choisir un système fondamental de p intégrales de première espèce, de telle façon que leurs périodes normales soient des combinaisons linéaires à coefficients entiers des périodes normales de l'une d'entre elles.*

» Cela posé, voici la condition nécessaire et suffisante pour qu'il existe une fonction $F(x, y)$, rationnelle en x et en y et satisfaisant à une équation linéaire d'ordre k. Il faut qu'on puisse trouver m quantités

$$a_1, a_2, \ldots, a_m$$

telles que, si l'on permute ces m lettres d'après les m substitutions du groupe γ et qu'on forme avec ces m permutations un déterminant Δ, tous les mineurs d'ordre $m - k - 1$ soient nuls à la fois.

» J'ai fait voir que, si cela a lieu, ces quantités $a_1, a_2, \ldots, a_m$ sont certaines périodes de certaines intégrales de première espèce convenablement choisies. Ainsi la condition pour qu'il y ait une fonction $F(x, y)$ qui satisfasse à une équation d'ordre k, c'est qu'il y ait certaines relations entre les périodes de ces intégrales de première espèce. Cette condition est toujours remplie pour $k \geq p$, car il suffit d'appliquer une remarque de M. Klein pour voir que la dérivée d'une intégrale de première espèce formée à l'aide de la relation (1) satisfait toujours à une équation linéaire d'ordre p à coefficients rationnels. Dans une prochaine Communication, j'indiquerai, si l'Académie veut bien le permettre, quels rapports ont ces relations entre les périodes avec la réduction des intégrales abéliennes qui a fait l'objet des remarquables travaux de M. Picard. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une famille de surfaces développables passant par une courbe gauche donnée.* Note de M. LUCIEN LÉVY.

« Les surfaces développables que nous nous proposons d'étudier sont définies de la manière suivante : *Leurs génératrices coupent une courbe gauche donnée suivant un angle qui ne dépend que des coordonnées du point d'intersection.* Nous considérerons en particulier le cas où ces génératrices proviennent de la réfraction d'un faisceau de rayons lumineux parallèles sur la courbe considérée comme une surface canal infiniment déliée. Ce dernier problème a déjà été étudié par M. Ossian Bonnet, et nous apprenons que cet illustre géomètre a réussi depuis longtemps à le ramener à des quadratures, mais que sa solution n'a jamais été publiée. Nous indiquerons enfin un autre cas où le problème se ramène immédiatement à une seule quadrature.

» Soient

s l'arc d'une courbe gauche donnée, que nous prendrons pour variable indépendante;

x_0, y_0, z_0 les coordonnées d'un point M de la courbe;

a, b, c les cosinus des angles que fait la tangente MT avec trois axes de coordonnées rectangulaires;

a', b', c' les cosinus qui déterminent la normale principale;

a'', b'', c'' ceux qui déterminent l'axe du plan osculateur.

» L'équation d'un plan quelconque mené par la tangente MT pourra s'écrire

$$a''(x-x_0)+b''(y-y_0)+c''(z-z_0) - l[a'(x-x_0)+b'(y-y_0)+c'(z-z_0)]=0,$$

l étant la tangente trigonométrique de l'angle fait par ce plan avec le plan osculateur de la courbe. Si l est une fonction de s, le plan dont nous venons d'écrire l'équation enveloppera une surface; il faut donc simplement exprimer que la caractéristique de ce plan fait avec la courbe un angle qui est fonction des coordonnées du point M. Je trouve ainsi l'équation

$$(1) \qquad \frac{dl}{ds}-\frac{1+l^2}{T}=\frac{\mu}{R}\,l\sqrt{1+l^2}.$$

Dans cette équation, R représente la courbure et T la torsion de la courbe donnée; μ est une fonction donnée de l'arc s. La signification géométrique de cette fonction μ est aisée à trouver; μ est la cotangente de l'angle que

fait avec MT la génératrice de la surface développable. L'équation (1) ne contient ainsi que des éléments géométriques.

» Prenons comme nouvelle variable $t = \tang \frac{\varphi}{2}$; l'équation (1) se transforme dans la suivante :

$$(2) \qquad \frac{dt}{ds} - \frac{t^2}{2T} - \frac{\mu}{R} t - \frac{1}{2T} = 0,$$

qui est une équation de Riccati. Nous pouvons donc énoncer ce théorème :

» *Si l'on considère quatre surfaces développables passant par une courbe gauche donnée et telles que les quatre génératrices issues d'un même point* M *fassent le même angle avec la courbe, les tangentes trigonométriques des demi-angles faits par les quatre plans tangents à ces surfaces avec le plan osculateur de la courbe ont un rapport anharmonique constant lorsque le point* M *parcourt la courbe donnée.*

» De ce théorème, on déduit aisément cet autre théorème démontré par M. Picard dans sa Thèse :

» *Sur toute surface enveloppe de sphères, quatre lignes de courbure non circulaires, prises à volonté, déterminent sur les lignes de courbure circulaires quatre points dont le rapport anharmonique est constant.*

» Dans le cas des courbes planes, l'équation (2) s'intègre immédiatement; on trouve

$$t = \tang \frac{\varphi}{2} = C e^{\int \frac{\mu\, ds}{R}}.$$

» Essayons maintenant de particulariser la fonction μ, de manière à pouvoir ramener la solution à ne dépendre que de quadratures. Supposons d'abord que l'on fasse tomber sur la courbe un faisceau de rayons lumineux parallèles dont nous supposerons, pour simplifier les calculs, la direction parallèle à l'axe des Z, qui est d'ailleurs quelconque. Soient MI un de ces rayons qui rencontre la courbe en M; MN une normale quelconque. Dans le plan IMN, nous considérerons un rayon *réfracté* MR tel que

$$\sin \mathrm{IMN} = n \sin \mathrm{RMN}.$$

» Un calcul simple permet de remplacer cette relation par la suivante :

$$\cos \mathrm{RMT} = -\frac{1}{n} \cos \mathrm{IMT},$$

et l'on voit que l'angle RMT est une fonction connue des coordonnées du point M. On pourra donc traiter ce problème par la méthode générale que nous avons employée, et l'on sera conduit à l'équation (2). Cela posé, remarquons que les rayons réfractés MR seront normaux à une même sur-

face Σ, que nous construirons d'après la règle de Malus, en portant sur le rayon réfracté une longueur MR, telle que

$$\mathrm{MI} = n\,\mathrm{MR},$$

I étant le point où le rayon incident perce le plan des xy. Nos surfaces développables déterminent les lignes de courbure de Σ, et, réciproquement, aux lignes de courbure de Σ correspondront les surfaces que nous étudions. Tout revient donc à trouver une ligne de courbure particulière de Σ. Or, ainsi que me l'a fait remarquer M. Darboux, la section de la surface Σ par le plan des xy est une ligne de courbure de cette surface. En effet, le long de cette section, le rapport $\frac{\mathrm{MI}}{\mathrm{MR}}$ est constant, c'est-à-dire que le plan des xy coupe la surface Σ sous un angle constant. On déduit aisément de là les deux solutions particulières

$$t_1 = -\frac{c' + \sqrt{n^2 - c^2}}{c'' + \sqrt{1 - n^2}},$$

$$t_2 = -\frac{c' + \sqrt{n^2 - c^2}}{c'' - \sqrt{1 - n^2}}.$$

» Alors, en posant

$$\frac{t - t_1}{t - t_2} = u,$$

on obtient l'équation

$$\frac{du}{ds} = \frac{t_1 - t_2}{2\mathrm{T}} u,$$

d'où

$$u = \mathrm{C} e^{\int \frac{t_2 - t_1}{2\mathrm{T}} ds}.$$

Le problème se trouve ainsi ramené à *une seule* quadrature.

» Dans le cas où $n = 1$, les deux solutions particulières deviennent égales. Mais on peut encore réduire le problème à une seule quadrature.

» Signalons enfin un autre cas d'intégration de l'équation (2) : c'est celui où la tangente trigonométrique de l'angle fait par la génératrice de la développable avec la courbe est proportionnelle au rapport de la courbure à la torsion. En posant

$$\mu = -\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{T}} \operatorname{coséc} \omega,$$

ω étant une constante, on trouve

$$\frac{t - \cot\frac{\omega}{2}}{t - \operatorname{tang}\frac{\omega}{2}} = \mathrm{C} e^{\cot\omega \int \frac{ds}{\mathrm{T}}}. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les courbes de genre un.* Note de M. **Humbert**, présentée par M. C. Jordan.

« I. 1° Toute fonction d'une variable t, holomorphe dans tout le plan et satisfaisant aux relations

$$(1)\qquad f(t+\omega)=f(t),\quad f(t+n\omega')=f(t)e^{-\frac{2ni\pi t}{\omega}-n^2 i\pi\frac{\omega'}{\omega}},\qquad \left(\begin{array}{c} n \text{ est un} \\ \text{entier positif}\end{array}\right)$$

est fonction linéaire et homogène de n fonctions, $P_1(t)$, $P_2(t)$, ..., $P_n(t)$, telles que

$$(2)\qquad P_{j+1}(t)=\theta_3\left(t+j\frac{\omega}{n},\ \omega,\ \omega'\right)=\sum e^{\mu^2 i\pi\frac{\omega'}{\omega}+2\mu\frac{i\pi}{\omega}\left(t+j\frac{\omega}{n}\right)}.$$

Elle a, dans le parallélogramme $(\omega, n\omega')$, n zéros de somme constante, à des multiples près de ω et $n\omega'$;

» 2° Toute fonction $f(t)$ s'annulant dans ce parallélogramme pour k valeurs de t est fonction linéaire et homogène de $(n-k)$ fonctions $f_1(t)$, ..., $f_{n-k}(t)$, ayant ces k zéros;

» 3° Trois fonctions de la forme $P_j(t)$, $P_h(t)$, pour lesquelles la somme $j+h$ est la même, sont liées par une relation linéaire et homogène; ces relations se déduisent linéairement de $\frac{1}{2}n(n-3)$ d'entre elles.

» II. On sait que les coordonnées des points d'une courbe de genre un et de degré n s'expriment par des fonctions doublement périodiques et d'ordre n d'un paramètre : on en déduit que, en coordonnées homogènes, on aura pour une telle courbe la représentation suivante :

$$(3)\qquad x_i = A_i P_1(t) + B_i P_2(t) + \ldots + L_i P_n(t);\qquad i = 1, 2, 3.$$

Les A_i sont des constantes. On retrouve le même point en augmentant t de ω ou de $n\omega'$.

» Inversement, la courbe S représentée par les équations (3) n'est pas de degré supérieur à n, car les arguments de ses points d'intersection avec une droite $\Sigma a_i x_i = 0$ vérifient l'équation $\Sigma a_i x_i(t) = 0$, qui n'a que n zéros dans le parallélogramme ω, $n\omega'$(1°). Mais le degré peut être moindre que n, car à plusieurs de ces zéros peut correspondre un seul point de S, ce qui arrive par exemple si les x_i sont fonctions paires de t.

» On peut, en partant des équations (3), former l'équation de la courbe qu'elles représentent et fixer son degré et son genre.

» Soient $(n-3)$ fonctions linéaires et homogènes des $P_j(t)$: $y_4, y_5, \ldots, y_n$, et telles qu'il n'y ait pas de relation linéaire et homogène entre x_1, x_2, x_3, y_4, ..., y_n. Portant la valeur de $P_j(t)$ en fonction de $x_1, x_2, \ldots, y_n$ dans les relations du second ordre qui lient les fonctions $P(t)(3^o)$, on obtient les $\frac{1}{2}n(n-3) = \delta$ équations

$$(4)\quad \left\{\begin{array}{l} o = A_{44}y_4^2 + A_{45}y_4y_5 + \ldots + A_{nn}y_n^2 + \varphi_1 y_4 + \ldots + \psi_1 y_n + \omega_1, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ o = L_{44}y_4^2 + L_{45}y_4y_5 + \ldots + L_{nn}y_n^2 + \varphi_\delta y_4 + \ldots + \psi_\delta y_n + \omega_\delta. \end{array}\right.$$

A_{44}, ..., L_{nn} sont des constantes, $\varphi_1, \ldots, \psi_\delta$ des polynômes du premier degré, ω_1, ... des polynômes du second degré, et homogènes en x_1, x_2, x_3.

» Les fonctions y_4^2, y_4y_5, ..., y_n^2, y_4, ..., y_n étant au nombre de

$$\tfrac{1}{2}n(n-3),$$

on tirera des relations (4)

$$(5)\quad \left\{\begin{array}{llll} \Delta(x_i)y_4^2 = f_{44}(x_i), & \Delta(x_i)y_4y_5 = f_{45}(x_i), & \ldots, & \Delta(x_i)y_n^2 = f_{nn}(x_i), \\ \Delta(x_i)y_4 = f_4(x_i), & \ldots\ldots\ldots\ldots, & \ldots, & \Delta(x_i)y_n = f_n(x_i). \end{array}\right.$$

» Le polynôme Δ est de degré $n-3$ en x_1, x_2, x_3; f_4, ..., f_n sont des polynômes de degré $n-2$; f_{44}, ... de degré $n-1$.

» On a

$$\Delta(x_i) = \begin{vmatrix} A_{44} & A_{45} & \ldots & A_{nn} & \varphi_1 & \ldots & \psi_1 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ L_{44} & \ldots & \ldots & L_{nn} & \varphi_\delta & \ldots & \psi_\delta \end{vmatrix}.$$

» La fonction $\Delta(x_i)$ ne change pas si l'on prend, au lieu des fonctions choisies y_i, d'autres fonctions satisfaisant aux mêmes conditions.

» III. *Degré de* S. — Supposons que $\Delta(x_i)$ ne soit pas identiquement nul, et soit la fonction

$$F(t) = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4y_4 + \ldots + a_ny_n;$$

$a_1, \ldots, a_n$ sont des constantes.

» Posons

$$F(x_i) = \Delta(x_i)(a_1x_1 + \ldots + a_3x_3) + a_4f_4(x_i) + \ldots + a_nf_n(x_i).$$

» La courbe de degré $(n-2)$ $F(x_i) = o$ coupe la courbe de degré d, S, en des points dont les arguments vérifient l'équation $\Delta(t)F(t) = o$, $\Delta(t)$ étant la fonction $\Delta x_i[(t)]$. Ces points sont donc les $d(n-3)$ intersections

des courbes S et $\Delta(x_i) = 0$, et, en outre, n autres points dont les arguments vérifient $F(t) = 0$ (1°). On a donc

$$(n-2)d = (n-3)d + n, \quad \text{d'où} \quad d = n.$$

» Cette démonstration suppose qu'à tout point de S situé sur la courbe $\Delta = 0$ correspond un argument donnant pour x_1, x_2, x_3 des valeurs déterminées, c'est-à-dire différentes ensemble de zéro. Dans le cas contraire, les x_i auraient un zéro commun, θ; en choisissant pour $y_5, \ldots, y_n$ des fonctions s'annulant pour $t = \theta$, y_4 ne s'annulant pas (2°), on voit, dans les équations (4), que $A_{44} = B_{44} = \ldots = L_{44} = 0$; $\Delta(x_i)$ est alors identiquement nul.

» Donc, si $\Delta(x_i)$ n'est pas identiquement nul, S est de degré n.

» IV. *Equation de* S. — On tire des relations (4), $(n-3)$ équations de la forme

$$(6)\quad \left\{\begin{array}{l} m_1 y_4 + n_1 y_5 + \ldots + q_1 y_n + p_1 = 0, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ m_{n-3} y_4 + \ldots\ldots\ldots + q_{n-3} y_n + p_{n-3} = 0, \end{array}\right.$$

$m, \ldots, q_{n-3}$ étant des polynômes du premier degré, $p_1, \ldots$ du second en x_i.

» Or les relations (5) donnent

$$f_4(x_i) y_4 = f_{44}(x_i), \quad f_4(x_i) y_5 = f_{45}(x_i), \quad \ldots.$$

Portant ces valeurs des y dans une des relations (6), il vient

$$0 = m_h f_{44}(x_i) + \ldots + q_h f_{4,n}(x_i) + p_h f_4(x_i).$$

» Cette relation, de degré n en x_1, x_2, x_3, est l'équation de S : on démontre que les $(n-3)$ équations ainsi obtenues ne sont pas toutes à la fois des identités en y_i. Sous forme de déterminant, on a

$$S = \left|\begin{array}{cccccccccccc} A_{44} & A_{45} & \ldots & A_{4n} & A_{55} & \ldots & A_{nn} & \varphi_1 & \ldots & \psi_1 & \omega_1 \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ L_{44} & L_{45} & \ldots & L_{4n} & \ldots & \ldots & L_{nn} & \varphi_\delta & \ldots & \psi_\delta & \omega_\delta \\ m_h & n_h & \ldots & q_h & 0 & \ldots & 0 & p_h & \ldots & 0 & 0 \end{array}\right|.$$

$m_h \ldots p_h$ s'obtiennent aisément sous forme de déterminants. »

THÉORÈME D'INDUCTION ÉLECTRIQUE. — *Sur le potentiel de la force d'induction due à un solénoïde fermé, dont le courant varie d'intensité. Analogie avec un théorème d'électromagnétisme. Expérience de Felici.* Note de M. QUET.

« Felici a trouvé, par expérience, qu'un solénoïde fermé induit les conducteurs voisins, lorsque son courant varie d'intensité. Ce phénomène intéressant et imprévu m'a suggéré l'idée d'établir la théorie générale de ces sortes de solénoïdes, et j'ai été conduit au théorème suivant :

» *Le potentiel de la force d'induction due à un solénoïde fermé et dont le courant varie d'intensité est proportionnel, toutes choses égales d'ailleurs, à l'angle sous lequel la directrice est vue du point d'application de la force.*

» Dans les *Comptes rendus* du 24 septembre dernier, j'ai obtenu pour les composantes rectangulaires A, B, C de la force d'induction d'un courant plan de très petites dimensions ces expressions

$$A = \frac{h\omega}{R^2}(f\gamma - g\beta), \quad B = \frac{h\omega}{R^2}(g\alpha - e\gamma),$$
$$C = \frac{h\omega}{R^2}(e\beta - f\alpha), \quad h = -\frac{Km}{2}\frac{di}{dt}.$$

ω est l'aire du circuit; α, β, γ sont les cosinus des angles que la normale fait avec les axes; R désigne la distance du centre O de la masse élémentaire induite au point $\mathcal{G}$ que nous ferons coïncider avec le centre de gravité de ω; e, f, g sont les cosinus des angles que le rayon vecteur R fait avec les axes des coordonnées. Les coefficients qui multiplient h dans ces formules sont le premier terme et la partie principale de séries dont le second terme s'évanouit lorsque $\mathcal{G}$ est au centre de gravité. Avec cette dernière condition, on ne néglige dans les coefficients de h que des quantités d'un ordre supérieur au troisième. L'origine des coordonnées étant supposée arbitraire et x', y', z', x'', y'', z'' désignant les coordonnées de $\mathcal{G}$ et O, on a

$$A = \frac{h\omega(y'-y'')\,dz' - (z'-z'')\,dy'}{R^3\,ds'}, \quad B = \ldots, \quad C = \ldots.$$

Admettons que les génératrices soient égales et que λ désigne le très petit arc de la directrice qui sépare deux centres de gravité consécutifs; désignons par $f(s')$ la valeur de A qui varie avec l'arc de directrice s', et par X, Y, Z les composantes des forces analogues à A pour les génératrices

comprises entre les valeurs s_1 et s_2 de s'. Nous avons

$$X = f(s_1) + f(s_1 + \lambda) + f(s_1 + 2\lambda) + \ldots + f(s_2).$$

» Cette somme diffère très peu d'une intégrale définie lorsque λ est très petit, et, comme la construction ordinaire des solénoïdes permet de faire passer le même courant dans toutes les génératrices, $\frac{di}{dt}$ ne dépend pas de s' et l'on a

$$X = \frac{h\omega}{\lambda}\int \frac{(y' - y'')\,dz' - (z' - z'')\,dy'}{R^3}.$$

» La directrice étant supposée fermée et $\mathcal{G}$ désignant l'angle sous lequel on voit du point O cette courbe, on sait que l'on a

$$\frac{d\mathcal{G}}{dx''} = \int \frac{(y' - y'')\,dz' - (z' - z'')\,dy'}{R^3}.$$

Il suit de là que les composantes X, Y, Z de la force totale d'induction ont la valeur

$$X = -\frac{Km\omega}{2\lambda}\frac{di}{dt}\frac{d\mathcal{G}}{dx''},\quad Y = -\frac{Km\omega}{2\lambda}\frac{di}{dt}\frac{d\mathcal{G}}{dy''},\quad Z = -\frac{Km\omega}{2\lambda}\frac{di}{dt}\frac{d\mathcal{G}}{dz''}.$$

Ces équations établissent la proposition que j'ai énoncée.

» Supposons qu'un courant d'intensité j parcoure la directrice et agisse sur un pôle austral de solénoïde placé en O et dont l'intensité est μ; la force qui passe par l'élément ds' est normale au plan du triangle T dont le sommet est en O et dont la base est ds, et a pour grandeur

$$f = \frac{K\mu j\,ds'\sin\varepsilon}{2R^2} = \frac{K\mu j R\,ds'\sin\varepsilon}{2R^3} = \frac{K\mu j 2T}{2R^3},$$

ε est l'angle que ds' fait avec la direction de O$\mathcal{G}$ ou R. Je mène par le point O, dans la direction de la force f, une perpendiculaire au triangle T; je porte sur elle une longueur qui représente f et je la projette sur les axes; ces projections donnent les composantes de la force; si a, b, c sont les cosinus des angles que la normale fait avec les axes, fa, fb, fc seront les composantes, et, comme $2Ta$ est le double de l'aire de la projection du triangle sur le plan des yz, on aura pour les composantes X', Y', Z' de l'action du courant entier sur le pôle des expressions de cette forme

$$X' = \frac{K\mu j}{2}\int \frac{(y' - y'')\,dz' - (z' - z'')\,dy'}{R^3} = \frac{K\mu j}{2}\frac{d\mathcal{G}}{dx''};$$

il résulte de là que, toutes choses égales d'ailleurs, X', Y', Z' sont proportionnels à X, Y, Z.

» J'ai indiqué, dans les *Comptes rendus* du 24 septembre dernier, deux lois d'induction analogues à celles de Biot et Savart; l'analogie que je viens de signaler est plus générale. Les ressemblances de ce genre tiennent toutes à la forme des lois élémentaires. Si au point O l'on place tour à tour la masse élémentaire m d'électricité et le pôle d'intensité μ, et qu'en $\mathcal{G}$ se trouve, soit un courant plan très petit d'aire ω, la normale de cette aire faisant un angle ε avec le rayon vecteur $R = O\mathcal{G}$, soit un élément de courant ds' dirigé suivant la normale du courant ω, les deux actions élémentaires sont perpendiculaires au plan qui passe par $O\mathcal{G}$ et la normale, et elles ont pour grandeurs respectives

$$\frac{km\omega}{2R^2}\frac{di}{dt}\sin\varepsilon, \quad \frac{k\mu j}{2R^2}.$$

Les analogies de ces deux forces se retrouvent ensuite dans certaines applications.

» On peut donner à l'expression de la grandeur apparente $\mathcal{G}$ de la directrice diverses formes. En voici une qui nous sera immédiatement utile. Considérons une surface quelconque continue et limitée au contour de la directrice. Au point P, correspondant à l'élément superficiel $d\omega'$, menons la normale PN; désignons par N l'angle qu'elle fait avec le rayon vecteur $\rho = OP$, et par α', β', γ' les cosinus des angles de cette normale et des axes. La grandeur apparente de la surface, vue du point O, est, ξ, η, ζ désignant les coordonnées de P,

$$\mathcal{G} = \int\!\!\int \frac{d\omega' \cos N}{\rho^2} \quad \text{ou} \quad \mathcal{G} = \int\!\!\int \frac{d\omega'[\alpha'(\xi - x'') + \beta'(\eta - y'') + \gamma'(\zeta - z'')]}{\rho^3};$$

on tire de là

$$\frac{d\mathcal{G}}{dx''} = \int\!\!\int d\omega' \left[-\frac{\alpha'}{\rho^3} + \frac{3(\xi - x'')\cos N}{\rho^4}\right].$$

Comme application, je suppose que la directrice est plane et que l'on prenne ce plan pour la surface arbitraire dont je viens de parler; les quantités α', β', γ' seront constantes sur tous les points de la surface, et celle qui multiplie $d\omega'$ ne variera qu'avec ξ, η, ζ, ρ. Je désigne par ξ', η', ζ' les coordonnées du centre de gravité de l'airè ω' de la directrice, et par ρ' le rayon vecteur de ce point; en développant en série le coefficient de $d\omega'$ et en prenant la partie principale de ce développement, j'ai

$$X = -\frac{km\omega\omega'}{2\lambda\rho'^3}\frac{di}{dt}\left[-\alpha' + \frac{3(\xi' - x'')\cos N'}{\rho'}\right], \quad Y = \ldots, \quad Z = \ldots;$$

on tire de là pour la résultante R de ces composantes

$$R = \frac{km\omega\omega'}{2\lambda\rho'^3}\frac{di}{dt}\sqrt{1+3\cos^2 N'}:$$

la force R n'est donc pas nulle; ce qui explique l'expérience de Felici. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouveau galvanomètre apériodique.* Note de M. G. LE GOARANT DE TROMELIN.

« Si l'on ajoute une troisième aiguille aimantée à un galvanomètre astatique, de telle sorte que cette dernière soit au-dessous du cadre et parallèle aux deux autres, et que ses pôles soient de noms contraires à ceux de l'aiguille qui est au-dessus d'elle, on obtient un galvanomètre dont la sensibilité est à peu près triplée, et qui conserve une force directrice. On peut renverser la disposition : rendre le cadre mobile, dans lequel le courant arriverait par le fil de suspension, et laisser les aiguilles fixes.

» Les considérations qui précèdent m'ont conduit à imaginer un *galvanomètre apériodique*, que j'ai exposé à l'Exposition d'électricité de Vienne. Un modèle plus parfait a depuis été construit par la maison Breguet; en voici la description :

» Dans l'instrument cité, on conserve les six pôles, mais ces pôles sont formés par trois aimants en fer à cheval, à branches très rapprochées. Ces trois aimants fixes sont placés horizontalement, l'un au-dessus de l'autre, à une distance de $0^m,005$. Le cadre entoure les deux pôles de l'aimant du milieu, avec un jeu suffisant pour lui permettre d'osciller librement et d'obtenir 20 degrés de déviation de chaque côté. Le fil de ce petit cadre très léger est perpendiculaire à l'axe des aimants, et le courant y arrive par le fil de suspension, comme dans le siphon-recorder de Sir W. Thomson et autres cadres analogues.

» Si l'on met en communication ce galvanomètre avec les deux bornes d'un téléphone dont on a enlevé la plaque vibrante, il suffit, pour faire dévier le cadre, de laisser tomber sur le pôle de l'aimant du téléphone un petit morceau de limaille de fer de quelques milligrammes. Cet exemple suffira pour faire apprécier sa sensibilité.

» Il est complètement apériodique, c'est-à-dire que, si les deux bornes de ce galvanomètre sont réunies par un fil peu résistant, le cadre ayant été dévié de sa position, il s'arrête au zéro sans le dépasser.

» Si l'on examine la position des lignes de force, par rapport aux quatre

côtés du cadre, on voit que l'induction électromagnétique se produit sur les quatre côtés de ce cadre et dans le même sens. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la résistance électrique de plusieurs substances isolantes* (1). Note de M. G. FOUSSEREAU, présentée par M. Jamin.

« 1. Dans deux Communications précédentes (2), j'ai décrit une méthode qui m'a permis d'étudier la résistance du verre par la mesure du temps nécessaire pour charger un condensateur, à une différence de potentiel déterminée, à travers la résistance à expérimenter. J'ai appliqué depuis lors cette méthode à diverses autres substances isolantes.

» En opérant sur des tubes de porcelaine, j'ai reconnu que la résistance de cette substance suit, quand on fait varier la température, une marche analogue à celle que j'avais déjà observée pour les différents verres; elle est du même ordre de grandeur que celle des verres très isolants à base de plomb. Cette résistance atteint, en millions de mégohms, par centimètre cube,

751 à 60°,
0,052 à 180°.

» 2. Pour étudier la résistance du soufre, on fondait ce corps dans une éprouvette en verre où l'on faisait plonger deux électrodes de zinc concentriques enroulées en cylindres. Cette disposition, qui ramène la matière isolante à la forme d'un tube cylindrique creux, présente l'avantage d'éliminer toute influence perturbatrice dépendant de la conductibilité de l'enveloppe de verre.

» En opérant sur du soufre préalablement fondu, puis refroidi lentement à l'état prismatique, on a constaté une conductibilité notable dans le voisinage du point de fusion, mais disparaissant rapidement quand la température s'abaisse. Les résistances obtenues ont varié entre

7,39 pour la température 112°,1,
3930 pour » 69°.

» Au-dessous de cette dernière température, la conductibilité cesse d'être mesurable.

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de recherches physiques de la Sorbonne.
(2) *Comptes rendus*, 31 juillet 1882 et 19 mars 1883.

» Le même soufre prismatique, refroidi et abandonné à lui-même à la température ordinaire, se dévitrifie et reprend peu à peu une conductibilité appréciable. A la température 17°, la résistance était devenue 1170 après un jour, 705 après deux jours.

» D'autre part, en opérant avec un cristal de soufre octaédrique naturel compris entre deux électrodes de mercure, je n'ai pu apercevoir aucune trace de conductibilité aux températures ordinaires. Le phénomène ne commence à se manifester que vers 80°. Il semble donc que l'existence de l'état cristallin rende en général le soufre plus isolant.

» 3. En passant à l'état liquide, le soufre devient subitement quarante fois plus conducteur. Quand on fait varier sa température entre 114° et 150° avec une lenteur suffisante pour lui permettre d'atteindre son état définitif, on observe que la résistance diminue quand la température s'élève et croît régulièrement quand elle s'abaisse, variant entre ces limites dans la proportion de 9 à 1. Si on laisse cristalliser le soufre sous la forme prismatique et qu'on le fonde de nouveau, on observe une diminution de résistance aux mêmes températures. Ce résultat peut être rapproché d'une remarque de M. Gernez, d'après laquelle une variété de soufre ne prend entièrement les propriétés d'une autre variété qu'après plusieurs cristallisations. Le phénomène est surtout sensible quand on fait cristalliser plusieurs fois en prismes du soufre primitivement octaédrique. La résistance à 115° devient alors peu à peu deux fois plus faible.

» 4. Les phénomènes prennent une allure très différente quand on porte le soufre au delà de 160°. On observe vers cette température un ralentissement sensible du thermomètre, en même temps qu'un changement de couleur et de consistance dans le liquide. La résistance qui avait jusque-là diminué régulièrement augmente par suite de cette modification. Le liquide ramené au point de fusion conserve des résistances beaucoup plus considérables que les premières, et cet accroissement est d'autant plus sensible que le soufre a été porté à une température plus élevée, qu'il est demeuré plus longtemps à cette température, et qu'il a franchi plus vite, en se refroidissant, les températures voisines de 155° où le phénomène inverse se produit. Après plusieurs opérations de ce genre, on a pu rendre douze fois plus résistant le soufre ramené à son point de fusion. La résistance ne diminue ensuite que très lentement si ce soufre est abandonné pendant quelque temps à la température ordinaire, puis fondu de nouveau.

» 5. Le phosphore ordinaire présente une résistance beaucoup plus faible que les substances précédentes. J'ai opéré sur le phosphore solide par la même

méthode que sur le soufre, en ayant soin de faire passer dans l'éprouvette un courant d'acide carbonique et en maintenant pendant quelque temps la température un peu au-dessus de 100°, pour expulser toute trace d'humidité. La résistance du phosphore solide, égale à 84000 mégohms à 15°, descend à 15 600 à 42°. Elle est du même ordre de grandeur que celle du soufre liquide.

» 6. Pour opérer sur le phosphore liquide beaucoup plus conducteur, je n'ai pu conserver la méthode précédente, la charge de l'électromètre devenant trop rapide. La disposition adoptée repose sur ce principe que, dans le circuit d'une pile de plusieurs éléments, un point donné de la pile possède le même potentiel qu'un certain point du conducteur extérieur. Si, entre ces deux points, on intercale l'électromètre, cet instrument demeure au zéro. Pour que cette condition soit remplie, il faut que les forces électromotrices des deux portions de la pile soient proportionnelles aux résistances adjacentes. L'une d'entre elles est la résistance à mesurer; l'autre est une résistance compensatrice connue formée d'un conducteur métallique ou d'un trait de graphite tracé sur une plaque d'ébonite. Un interrupteur permet d'éviter la polarisation en n'établissant le circuit qu'au moment de l'observation. J'ai opéré ainsi sur du phosphore fondu dans un tube en U, dont les branches contenaient de l'acide carbonique et où plongeaient deux électrodes de platine. La résistance spécifique du phosphore liquide vaut $2^{\text{még}},30$ à 25° et $0^{\text{még}},34$ à 100°. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence de l'azotate de soude et de l'azotate de potasse sur la culture des pommes de terre.* Note de M. **P.-P. Dehérain**, présentée par M. Peligot.

« Pendant plusieurs années, M. Edler, directeur de la Station agronomique de Göttingue, a essayé comparativement, sur la culture des pommes de terre, le salpêtre et l'azotate de soude; ses expériences l'ont conduit à cette conclusion, que l'application de l'azotate de potasse fournit un rendement en tubercules supérieur à celui qu'on retire de l'emploi de l'azotate de soude.

» Il y a déjà une vingtaine d'années que M. Peligot a reconnu que la soude faisait défaut dans la plupart des végétaux cultivés; il n'a cessé, depuis cette époque, de s'intéresser à la répartition de la potasse et de la soude dans les plantes, et il voulut bien me prier de répéter l'expérience de M. Edler, pour reconnaître si, sur un sol différent de celui où avaient eu

lieu les premiers essais, l'azotate de potasse conserverait, dans la culture des pommes de terre, la supériorité qu'avait constatée l'agronome de Göttingue.

» La culture fut disposée sur une parcelle de bonne terre franche, du jardin d'expériences du laboratoire de Physiologie du Muséum; le semis eut lieu le 23 avril, en tubercules entiers de la variété dite *hollande*, placés à $0^m,50$ de distance en tous sens, dans deux planches parallèles et qui avaient reçu, l'une une quantité d'azotate de potasse correspondant à 400^{kg} à l'hectare et l'autre une quantité égale d'azotate de soude.

» L'arrachage eut lieu le 31 août; les tubercules étaient sains. La parcelle qui avait reçu l'azotate de soude comptait 63 poquets; la récolte fut de $50^{kg},700$ ou de 805^{gr} par poquet. La parcelle sur laquelle on avait répandu de l'azotate de potasse ne portait que 59 poquets; le poids de la récolte fut de $47^{kg},500$ ou de 805^{gr} par poquet. Les deux rendements se sont donc trouvés exactement égaux.

» Les poquets étant placés à $0^m,50$ en tous sens, un hectare en eût porté 40000 et la récolte eût été de 32000^{kg} ou de 400^{hlit}, rendement considérable et que je n'ai obtenu à Grignon que dans des sols bien fumés, en 1875 et en 1876, la moyenne des cinq années de culture au champ d'expériences (1875-1879) étant d'environ 280^{hlit}.

» L'influence des azotates a donc été très sensible; mais la nature de la base à laquelle était uni l'acide azotique n'a pas modifié les résultats.

» On sait cependant, d'après les travaux de M. Peligot, que la pomme de terre ne renferme pas de soude, et j'ai reconnu en outre, il y a déjà plusieurs années, qu'en arrosant des pommes de terre végétant en pleine terre avec des dissolutions de sels de soude variés, on ne trouve dans les cendres d'autre alcali que la potasse.

» Il semble donc que l'azotate de soude employé comme engrais réagit sur les sels de potasse que renferme le sol et que c'est seulement à l'état de salpêtre qu'a lieu l'assimilation par la plante.

» J'ai eu, du reste, il y a quelques années, un exemple frappant des métamorphoses que subissent dans le sol les sels de soude; après avoir semé dans un pot à fleurs de grande dimension, garni de bonne terre de jardin, des haricots, je les ai arrosés de dissolutions de sel marin de plus en plus concentrées jusqu'à les faire périr.

» On incinéra et l'on trouva dans 100 de cendres 11,3 de chlore, tandis que les cendres de haricots développés dans la même terre, sans addition de sel, contenaient seulement $0^{gr},53$ et $0^{gr},49$ de chlore dans 100^{gr}.

» Le chlore du sel marin avait donc pénétré dans la plante, et cependant ce fut en vain qu'on rechercha la soude dans les cendres des haricots arrosés de sel marin; après avoir amené les alcalis à l'état de chloroplatinate, on put aisément séparer le chloroplatinate du potassium; mais, en évaporant l'alcool renfermant le chlorure de platine employé en excès, on ne put réussir à faire apparaître les belles aiguilles du chloroplatinate de sodium; il n'y avait pas de soude dans les cendres et les haricots avaient péri par l'assimilation d'un excès de chlorure de potassium.

» On conçoit donc que, l'azotate de soude se métamorphosant dans le sol en azotate de potasse, les cultivateurs l'emploient de préférence au salpêtre, qui est plus cher et moins riche en azote; c'est sans doute seulement dans les terres pauvres en potasse que le nitre donne des résultats supérieurs à ceux qu'on obtient de l'azotate de soude. »

CHIMIE ANIMALE. — *Recherches sur les propriétés physiologiques du maltose.* Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* en décembre dernier, j'ai insisté sur l'importance alimentaire du maltose, sucre qu'on sait se former en fortes proportions dans la digestion des matières féculentes, et j'ai supposé provisoirement que ce sucre, classé parmi les saccharoses, est directement assimilable. Mais une telle hypothèse, reposant uniquement sur la résistance du maltose à l'action des ferments digestifs de quelques Invertébrés et sur sa fermentation directe en présence de la levure de bière, n'était pas suffisamment justifiée. Je présente aujourd'hui à l'Académie les résultats des recherches que j'ai faites dans le but de m'assurer si cette hypothèse répond à la manière dont le maltose se comporte dans l'économie, ou si, comme on l'admet pour le sucre de canne, le maltose est totalement transformé en glucose avant de pénétrer dans le sang.

» 1. *Action des ferments digestifs sur le maltose.* — Bien que, à l'égard de la diastase du malt et de la salive, de Méring ait établi que, contrairement aux conclusions de Brown et Héron, l'action prolongée de ces ferments détermine la transformation en glucose d'une certaine proportion de maltose, j'ai cru devoir rechercher si, en l'absence de tout germe, cette action doit leur être attribuée. J'ai maintenu à des températures de 15° et de 38° des solutions de maltose pur à 2 pour 100, additionnées de diastase en dissolution ou de salive, préalablement filtrées à l'appareil Klebs et Tiegel : même après vingt-quatre heures, je n'ai constaté aucun change-

ment de la matière sucrée. Il ne se produit pas non plus de dédoublement si, dans ces expériences, on opère en présence de l'acide carbonique à la pression 0,76.

» Précédemment j'ai indiqué, après de Méring, l'inactivité de l'invertine vis-à-vis du maltose. Comme, dans l'intestin, se mêlent la diastase du pancréas et l'invertine du suc intestinal, il y a lieu de se demander si des ferments, qui séparément n'ont aucune action sur le sucre examiné, ne le dédoublent pas quand ils sont réunis. J'ai donc ajouté, à des solutions de maltose additionnées d'invertine, soit de la salive, soit de la diastase. Ni l'un ni l'autre de ces mélanges n'a dédoublé le maltose, à 38° et en douze heures de contact.

» Le maltose résiste également au suc gastrique artificiel, de même qu'au suc pancréatique obtenu par macération de la glande dans l'eau, à condition, pour ce dernier, de ne pas faire durer l'essai plus de dix heures. En prolongeant, il se forme de petites quantités de glucose; mais le liquide se remplit de bactéries, ce qu'on ne peut guère éviter, le suc pancréatique ne se prêtant pas à la filtration à travers une terre poreuse.

» Le suc intestinal, plus encore que le suc pancréatique, se remplit rapidement de bactéries, qui se réunissant à la fin en une masse floconneuse tombent au fond du vase. Ces infiniment petits sont, sinon une cause d'erreur, du moins une cause de doute à l'égard des conclusions à tirer des résultats obtenus. Voici la méthode qui a été suivie pour éviter les inconvénients qu'ils entraînent :

» Un lapin maintenu à jeun pendant vingt-quatre heures reçoit de la nourriture : vingt-cinq minutes après, il est sacrifié. Une portion de l'intestin grêle est enlevée rapidement, lavée grossièrement, puis découpée et mise à macérer pendant une heure avec assez d'eau distillée pour la couvrir. On filtre sur du coton, au moyen du vide, et l'on fait, avec le liquide filtré et de l'eau, un volume d'environ 80^{cc}.

» De ce liquide : 1° 15^{cc} sont mélangés directement avec 10^{cc} d'une solution de maltose à 2 pour 100; 15 autres centimètres cubes avec 10^{cc} de solution de saccharose à 2 pour 100. 2° 20^{cc} sont filtrés sur un appareil Klebs et Tiegel et, après filtration, additionnés avec les précautions convenables de 10^{cc} de solution de maltose à 2 pour 100; 20 autres centimètres cubes sont filtrés de même et additionnés de 10^{cc} de solution de sucre de canne à 2 pour 100. Cette seconde filtration a pour but de fournir un suc intestinal qui soit, comme la salive, privé de germes et de débris de cellules.

» Les quatre essais sont alors maintenus à la température de 38° pendant douze heures et dix-huit heures. Voici les résultats se rapportant à plusieurs séries d'entre eux.

» Pour les liquides intestinaux, non filtrés à l'appareil Klebs, le maltose

et le saccharose ont été, en partie et quelquefois en totalité, dédoublés, ce qui est en accord avec les recherches de Brown et Héron. Pour les liquides filtrés à l'appareil Klebs, dans la plupart des cas, aucun des deux sucres n'a été dédoublé; rarement on a pu constater des traces de formation de glucose. Encore, pour le maltose, et en raison des procédés d'analyse, peut-on attribuer ce dernier résultat aux erreurs d'expérience. Je reviendrai plus loin sur l'interprétation de ces faits.

» 2. *Action des acides de l'économie sur le maltose.* — Il y a intérêt à savoir si les acides qu'on rencontre dans l'estomac, employés en solution aqueuse, dans des proportions physiologiques et à la température du corps, peuvent dédoubler le maltose.

» Une solution de maltose à 1 pour 100, additionnée de 0,20 de HCl pour 100, a été maintenue à 38° pendant trente-six heures. Le maltose est resté intact. Une autre solution, additionnée d'une quantité équivalente d'acide lactique, a été placée dans les mêmes conditions, sans qu'il se produisît de changement dans la matière sucrée.

» Au contraire, si l'on expose une solution de saccharose à 1 pour 100 aux mêmes influences, on constate : qu'en présence de l'acide chlorhydrique 70 pour 100 de ce sucre sont intervertis au bout de six heures, 90 au bout de douze heures; qu'en présence de l'acide lactique 33 pour 100 sont intervertis en trente-six heures.

» Il est aujourd'hui démontré que l'interversion du sucre de canne est facilement obtenue avec l'acide carbonique. Je me suis demandé, puisque l'acide carbonique se forme constamment dans l'économie, si, à la pression ordinaire et à la température du corps, cet acide peut déterminer le dédoublement du saccharose et du maltose. Pour le premier sucre, j'ai constaté que, au bout de cinq jours, 3,20 pour 100 étaient intervertis. Quant au maltose, il n'est pas dédoublé.

» Plusieurs conséquences importantes découlent des faits qui précèdent. Et, d'abord, il est difficile de soutenir que le sucre de canne soit interverti seulement dans l'intestin grêle, et de ne pas admettre, en présence des chiffres ci-dessus, que les acides chlorhydrique et lactique soient des facteurs importants de sa digestion. Il y a plus : si de petites quantités de sucre de canne passent dans les vaisseaux sanguins, on doit supposer que l'acide carbonique qui s'y forme constamment suffit pour l'intervertir.

» Au contraire, nulle part ailleurs que dans l'intestin, le maltose n'est dédoublé. Encore doit-on se demander si ce résultat est le fait d'une zy-

mase. Si oui : 1° elle est différente de l'invertine de la levure, celle-ci étant sans action sur le maltose; 2° elle ne traverse pas les terres poreuses. Si non, le dédoublement est le fait des infiniment petits.

» Quant à la question de l'assimilabilité directe du maltose, ce qui précède ne suffit pas pour la résoudre : j'espère montrer prochainement comment se comporte le maltose en présence des ferments figurés et des moisissures. »

MÉDECINE. — *Sur l'emploi externe du cuivre métallique, comme préservatif du choléra*. Note de M. **Axel Lamm** (de Stockholm), présentée par M. Vulpian.

« Au printemps de 1853, le choléra sévissant en Europe, le public suédois, sous l'impression des décrets prophylactiques de 1830 et des douloureux souvenirs de la première épidémie du choléra en Suède (1834), désira avoir quelque chose de palpable à employer contre l'infection. M. Magnus Huss, alors chef de clinique médicale au lazaret des Séraphins, à Stockholm, conseilla de porter, sur le creux de l'estomac, de petites plaques de cuivre métallique. Cette pensée lui avait été suggérée par ce fait que le choléra ne s'était pas montré à Falun, ville principale de la province Dalarne (Dalécarlie), à proximité de mines considérables de cuivre qui sont exploitées depuis l'antiquité la plus reculée et en partie à ciel ouvert.

» L'emploi de ces plaques (qui étaient minces et rondes, d'un diamètre d'environ $0^m,10$) ne donna que des résultats nuls au point de vue de la prophylaxie du choléra.

» Il arrive, d'autre part, que, dans certains cas, par l'effet de la transpiration, et parce qu'on n'eut pas le soin de nettoyer les plaques, il se forma à leur surface du vert-de-gris, qui agit comme caustique sur la peau avec laquelle il était en contact direct : des ulcérations en furent la suite.

» Il est vrai que le choléra, qui a sévi cinq ou six fois à Stockholm, n'a jamais pénétré dans le nord jusqu'à Falun. Mais il est bon d'observer que, à Falun et autour de Falun, l'oxydation du minerai répand dans l'atmosphère du gaz acide sulfureux, en quantités parfois intolérables. Cette circonstance exerce-t-elle une influence sur les miasmes de l'épidémie cholérique? C'est une question que je dois me contenter de poser, mais que je ne puis pas traiter ici, n'ayant pas les données nécessaires pour arriver à une solution. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action toxique comparée des métaux sur les microbes.* Note de M. Ch. Richet, présentée par M. Vulpian.

« En continuant mes études sur l'action toxique comparée des divers métaux, j'ai été amené à rechercher comment ils agissent sur les microbes.

» J'ai dû, pour faire cette comparaison, employer une liqueur de composition constante, et qui s'altère très facilement. Il m'a paru qu'une solution de peptone dans l'eau de mer était très favorable.

» Si l'on prend de la peptone (¹) et qu'on en ajoute une petite quantité à l'eau de mer, très rapidement le liquide s'altère et fourmille de microbes. L'eau de mer seule ne s'altère pas; mais il suffit d'une quantité extrêmement petite de peptone pour qu'il y ait développement de microbes; soit 1^{gr} de peptone dans 20^{lit} d'eau de mer. Le développement est plus rapide quand la solution est au millième; plus rapide encore quand on y ajoute un peu d'urine neutralisée.

» La liqueur que j'ai employée a donc été la suivante :

Eau de mer	900^{gr}
Urine neutralisée	100
Peptone	1

» Le liquide est d'une transparence parfaite, mais, en six ou huit heures, à la température de 20°, il se trouble et se charge de bactéries.

» J'ai dû prendre un *criterum* arbitraire, qui me permît de juger la toxicité comparée des métaux mélangés à cette solution, et j'ai supposé qu'ils n'étaient pas toxiques lorsque, au bout de quarante-huit heures, à une température de 16° à 20°, ils n'avaient pas empêché le développement des bactéries.

» Les chiffres que je donne ici représentent la *dose toxique minimum*, en poids de métal combiné, suffisante pour entraver pendant quarante-huit heures l'évolution des bactéries.

» Comme ces bactéries sont très avides d'oxygène, elles sont toujours à la surface. Il suffit de prendre une goutte de la surface et de l'examiner au microscope pour savoir s'il y a ou non des bactéries. Cet examen, joint à l'état de trouble ou de limpidité du liquide, donne des résultats fort nets,

---

(¹) Telle qu'elle se trouve dans le commerce, en Allemagne ou en Hollande. On la prépare avec la fibrine de sang dissoute par la pepsine.

et presque jamais il n'y a d'hésitation à déterminer la limite. Les métaux étaient tous à l'état de chlorures.

Métaux.	Poids de métal par litre de liquide qui entrave la putréfaction.	Métaux.	Poids de métal par litre de liquide qui entrave la putréfaction.
	gr		gr
Mercure (Hg″).....	0,0055	Lithium............	6,9
Zinc.............	0,026	Magnésium..........	7,2
Cadmium.........	0,040	Manganèse..........	7,7
Cuivre (Cu″)......	0,062	Ammonium (AzH^4)...	18,7
Nickel............	0,18	Calcium..........	30,0
Fer (Fe‴).........	0,24	Sodium............	43,0
Barym..........	3,35	Potassium..........	58,0

» Je me permettrai de rapprocher ce Tableau de celui que j'ai donné précédemment en faisant vivre des poissons marins dans les solutions métalliques (¹).

Métaux.	Poids de métal par litre de liquide qui tue un poisson en moins de 48 heures.	Métaux.	Poids de métal par litre de liquide qui tue un poisson en moins de 48 heures.
	gr		gr
Mercure (Hg″)...	0,00029	Nickel..............	0,125
Cuivre (Cu″).....	0,0033	Lithium............	0,3
Zinc............	0,0084	Manganèse..........	0,3
Fer (Fe‴)........	0,014	Barym............	0,78
Cadmium........	0,017	Magnésium..........	1,5
Ammonium......	0,064	Calcium............	2,4
Potassium........	0,10	Sodium............	24,0
Cobalt...........	0,125		

» En comparant ces deux Tableaux, on voit tout de suite que la dose toxique pour les poissons est toujours moindre que la dose qui entrave le développement des bactéries. En général, la dose toxique est vingt fois moins forte.

» Mais un autre fait plus important est à noter : c'est la toxicité extrême de l'ammonium, du lithium et du potassium chez les poissons, comme

---

(¹) *De la toxicité comparée des divers métaux* (*Comptes rendus*, 24 octobre 1881, p. 649).

d'ailleurs chez tous les animaux, alors que pour les végétaux et les microbes ces métaux sont d'une innocuité remarquable.

» Il semble qu'on puisse ranger les poisons en deux grandes classes. Il y a des poisons universels, dont le mercure est le type le plus parfait, qui sont poisons de la cellule végétale et de la cellule animale. Quelle que soit la nature du protoplasma, les sels de ces métaux, même à très petite dose, agissent sur lui d'une façon délétère.

» Mais, à côté de ces poisons de toute substance vivante, il y a des poisons spéciaux à l'animal, comme le lithium, surtout comme le potassium et l'ammonium, lesquels sont à peu près inoffensifs pour les tissus des végétaux. Les alcaloïdes, qui se rapprochent plus ou moins de l'ammoniaque, sont aussi dans ce cas.

» Cette différence tient vraisemblablement à ce que l'ammonium et le potassium empoisonnent non pas toutes les cellules, mais spécialement les cellules nerveuses. Au contraire, le mercure, le zinc, le cadmium, le cuivre, agissent sur toutes les cellules organisées.

» Il y aurait peut-être lieu d'examiner si la toxicité ou l'innocuité des sels ammoniacaux et potassiques ne constituerait pas un moyen de distinguer le règne végétal du règne animal. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Tuberculose zooglœique* [1]. Note de MM. L. Malassez et W. Vignal.

« Il est des lésions tuberculeuses où le nombre des bacilles est en quantité si minime, que leur présence ne saurait expliquer les lésions observées; il en est même où, quels que soient le nombre des coupes examinées, la méthode de préparation employée, il est impossible d'en trouver un seul [2].

» Nous avons essayé d'expliquer ces faits, en inoculant des lésions tuberculeuses manifestement dénuées de bacilles, et en cherchant s'il existait, dans les tuberculoses produites, des bacilles ou quelque autre forme ou espèce de micro-organisme.

» La première pièce que nous ayons rencontrée est un tubercule cutané enlevé chez un enfant qui venait de succomber à une méningite tuberculeuse. L'inoculation en série détermina des tuberculoses ayant tous les ca-

---

[1] Travail du laboratoire d'Histologie du Collège de France.

[2] Ces faits ont été reconnus par Koch lui-même dans sa Communication à la Société de Physiologie de Berlin (*Arch. für Anat. und Physiol.; Physiol.*, Abth., 1882, p. 19) et dans son article dans le *Berl. Klin. Woch.*, numéro du 10 avril 1882.

ractères des tuberculoses expérimentales ordinaires. Or, chez aucun des animaux des quatre premières générations d'inoculation, il ne fut possible de trouver un seul bacille; mais dans les tubercules récents il existait, au milieu du tissu de granulation, des masses finement granuleuses qu'on aurait pu prendre, au premier abord, pour des parties caséifiées. Il n'en était rien cependant : ces masses, en effet, se trouvaient dans les plus petits tubercules, dans ceux qui étaient tout à fait à leur début; certaines avaient des contours nettement séparés et bien distincts du tissu de granulation ambiant, et autour d'elles on ne voyait aucune cellule en voie de dégénérescence. Nous en avons même trouvé qui siégeaient en plein tissu sain ou à peine enflammé.

» Les fins granules qui les composent sont remarquables par la régularité de leurs formes et de leurs dimensions; ils résistent à la potasse, à l'acide acétique, à l'éther (1); ils ressemblent tout à fait à des micro-coques qui seraient réunis en amas zooglœiques. Et, du reste, on les trouve en très grande quantité, non seulement chez les animaux inoculés directement, mais chez leurs nombreux descendants en inoculation, ce qui montre bien qu'on a affaire à un être vivant capable de se multiplier. Ces zooglœes paraissent jouer, dans les tissus qu'elles infectent, le rôle de corps étrangers irritants et être ainsi la cause des granulations tuberculeuses, lesquelles auraient alors la signification d'un nodule inflammatoire produit par ces épines vivantes; ces tuberculoses mériteraient donc l'épithète de *zooglœique*.

» Il est aussi des zooglœes dont la périphérie, au lieu d'être nettement distincte du tissu de granulation ambiant, se perd dans celui-ci, comme si elles s'étaient désagrégées et répandues dans ce tissu. Il en est même qui ont ainsi plus ou moins complètement diffusé et ne se présentent plus au milieu du tissu de granulation que sous forme de taches plus sombres, plus granuleuses, dont il est à peu près impossible de saisir la signification quand on n'a pas sous les yeux tous les intermédiaires avec les zooglœes facilement reconnaissables.

» Dans les générations d'inoculation plus avancées et dans les lésions

(1) Ils se colorent vivement par l'hématoxyline et par le violet de méthyle; mais, quand on décolore, leur coloration ne persiste pas, comme cela a lieu pour beaucoup d'autres micrococques. Les méthodes de coloration qui mettent si bien en relief les bacilles de Koch n'ont pas d'action sur eux. Nous ne leur avons pas encore trouvé de technique qui leur soit spéciale.

plus anciennes, les zooglœes avaient disparu, en apparence tout au moins. Mais à la cinquième nous avons trouvé un certain nombre de bacilles; puis, à la sixième, tandis que nous ne trouvions ni zooglœes distinctes, ni bacilles, chez un animal tué au huitième jour, il en existait, au contraire, une notable quantité chez un autre tué au trentième jour.

» L'un de nous, ayant fait avec des fragments de même tubercule cutané des essais de culture d'après le procédé de Koch, obtint deux produits de culture qui furent inoculés. L'un donna lieu à une série de tuberculoses exactement semblables à celle que produit l'inoculation directe de ce tubercule cutané; c'est-à-dire des tuberculoses zooglœiques dans les premières générations, et bacillaires dans les suivantes. L'apparition des bacilles se fit à la troisième génération. L'autre produit de culture, qui nous avait paru moins bien réussi et qui ne fut inoculé qu'à un seul cochon d'Inde, détermina une tuberculose aiguë foudroyante et, dans les granulations, il fut trouvé, non des zooglœes, mais des bacilles en quantité considérable.

» Nous avons encore pu nous procurer trois autres pièces de tuberculoses non bacillaires (elles sont très rares) : c'étaient des parois d'abcès ossifluents enlevées sur le vivant par le râclage, dans le service de M. Lannelongue. L'une d'elles, recueillie et inoculée par M. Castro, détermina encore une série de tuberculoses semblable à celle que causent le tubercule cutané et le produit de culture; les bacilles se montrèrent à la troisième génération. Les deux autres ont produit, à la première génération d'inoculation (la seule que nous ayons examinée jusqu'ici), chez des animaux tués au onzième et au dix-septième jour, une tuberculose locale dans laquelle il n'a pas été possible de trouver des bacilles ou des zooglœes distinctes; peut-être y en avait-il de diffuses. Mais, chez les animaux tués au vingt-sixième et au vingt-neuvième jour, la tuberculose était déjà généralisée, et les granulations contenaient des bacilles.

» Comme on le voit : 1° des lésions tuberculeuses sans bacilles peuvent produire par inoculation des tuberculoses bacillaires, ce qui fait supposer que le parasite phymatogène existe déjà chez elles, mais non sous la forme bacillaire; 2° ces mêmes lésions peuvent aussi produire des tuberculoses non bacillaires, mais dans lesquelles il existe une autre forme ou espèce de parasite, lequel doit être considéré comme cause de la maladie; ce sont des amas zooglœiques de microcoques, des gliocoques, les uns parfaitement distincts, les autres plus ou moins diffusés; 3° dans les générations ultérieures d'inoculation, les zooglœes peuvent disparaître et les bacilles apparaître.

» Il semble donc que les bacilles, les zooglœes distinctes ou diffuses ne sont que des formes différentes du même micro-organisme, du parasite phymatogène. Cependant, comme nous n'avons pas encore pu saisir la transformation des zooglœes en bacilles, comme ces êtres ne se comportent pas de la même façon vis-à-vis des réactifs colorants, nous ne voulons rien affirmer ([1]). Ne se pourrait-il pas, par exemple, qu'ils soient d'espèces différentes, mais que les bacilles ne puissent apparaître que lorsque le terrain aurait été préparé par les zooglœes.

» En tout cas, si l'existence des bacilles de Koch peut démontrer la nature tuberculeuse d'une lésion, la réciproque n'est pas vraie, puisqu'il peut y avoir des tuberculoses sans bacilles ([2]). »

HISTOGÉNIE. — *Sur la spermatogénèse chez les Crustacés édriophtalmes.* Note de M. G. **Herrmann**, présentée par M. Ch. Robin.

« La spermatogénèse de ces Crustacés a lieu suivant un type tout autre que celle des Podophtalmes.

» Chez les espèces que nous avons examinées (appartenant aux genres *Ligia, Idotea, Sphæroma, Gammarus, Talitrum*), on trouve toujours (de mars à septembre), dans les trois diverticules effilés situés à la partie antérieure du canal testiculaire, des éléments spermatiques à différents états de développement; il suffit donc, en général, de les préparer sur un petit nombre d'animaux, pour avoir la série à peu près complète de leurs transformations successives.

» On est frappé tout d'abord du volume considérable des ovules mâles, qui mesurent près de $0^{mm},1$ de diamètre, dont 0,06 pour le noyau, chez la Ligie, et qui présentent au début un réseau nucléaire très net. Plus bas, ils renferment des nucléoles de plus en plus nombreux, autour desquels semble se faire la segmentation du noyau. Au stade suivant, on trouve un groupe de noyaux plus petits, de forme irrégulière, souvent disposés en

---

([1]) Nous ferons les mêmes réserves à propos des parasites décrits antérieurement dans la tuberculose, par Klebs, Aufrecht, Toussaint et autres.

([2]) Une partie des faits que nous venons de résumer ont été déjà signalés à la Société de Biologie (voir séances du 12 mai et du 16 juin 1883). Ils seront exposés plus en détail et avec planches à l'appui dans les *Archives de Physiologie normale et pathologique* (numéro du 15 nov. 1883).

rosace ou en couronne circulaire dans le corps de l'ovule. Ce dernier se divise également, si bien qu'un peu plus loin on observe des amas de cellules en voie de prolifération active, et dont le volume diminue à mesure qu'elles se multiplient davantage. Bientôt ces éléments n'ont plus que $0^{mm},015$ environ de diamètre, et se composent alors d'un noyau arrondi, sans nucléole, entouré d'un corps cellulaire très réduit ([1]). C'est à ce moment qu'apparaît le nodule céphalique, sous forme d'un petit disque excavé en cupule, très réfringent, appliqué sur le noyau dont il déprime légèrement la surface; le diamètre de ce disque est de $0^{mm},003$ à $0^{mm},004$.

» Les filaments spermatiques prennent naissance aux dépens des spermatoblastes, suivant le même mode que chez les Vertébrés. Mais le nodule céphalique, qui prend une part importante à la constitution de la tête du spermatozoïde chez tous les autres animaux que nous avons étudiés jusqu'à ce jour, ne paraît jouer ici qu'un rôle transitoire et tout à fait secondaire. Nous n'avons pu suivre exactement sa destinée ultérieure, mais, au stade le plus jeune que nous ayons observé ensuite, il n'en reste plus aucune trace.

» Le spermatoblaste est alors plus petit que précédemment ($0^{mm},1$) et son corps cellulaire est beaucoup plus développé, puisque le noyau ne mesure plus que $0^{mm},006$. Ce noyau est sphérique et homogène, à situation excentrique, de telle sorte que son pôle postérieur vient presque affleurer à la surface de la cellule, dont il n'est séparé que par un très petit corps foncé sur lequel vient s'attacher un mince flagellum (long. $= 0^{mm},025$), entièrement situé en dehors du spermatoblaste. Dès lors le spermatozoïde naissant se compose de trois segments : un segment céphalique comprenant le spermatoblaste avec son noyau, un segment moyen à peine visible, unissant le noyau à la surface du spermatoblaste et sur lequel est implanté le filament ou segment caudal.

» La suite du développement se réduit en substance à un allongement progressif de ces trois segments. Le noyau devient ovoïde à grand axe antéro-postérieur, puis il s'étire en un boudin étroit et se pelotonne sur lui-même dans le corps cellulaire (*Ligie*). Bientôt son extrémité postérieure adhérente au segment moyen se dégage du corps cellulaire du spermatoblaste; il se déroule en quelque sorte et devient droit à mesure qu'il sort

---

([1]) Cette disparition du nucléole au moment où va se montrer le nodule céphalique paraît être une règle générale. Jamais nous n'avons vu ces deux parties exister conjointement.

de la cellule. Celle-ci diminue à vue d'œil, mais elle persiste encore pendant quelque temps sous forme d'un petit amas protoplasmique entourant la partie antérieure du noyau.

» Le segment moyen, très court, prend la forme d'un cône à base excavée coiffant l'extrémité postérieure du noyau; son sommet donne attache au flagellum, avec lequel il paraît être comme articulé.

» Mais c'est surtout le filament caudal qui subit un allongement démesuré par rapport aux autres parties : chez la *Ligie*, par exemple, le flagellum du spermatozoïde parfait atteint une longueur de $0^{m},003$ environ, tandis que la tête (noyau allongé) et le segment moyen réunis mesurent à peine $0^{mm},1$.

» Chez l'*Idotée*, les *Talitres* et les *Gammarus*, le noyau s'allonge simplement en ligne droite et se dégage aussitôt, sans s'enrouler préalablement dans l'intérieur du spermatoblaste.

» La tête seule se colore par les réactifs; elle est appendue, comme une sorte de banderole, à l'extrémité du flagellum rigide et rectiligne par l'intermédiaire du segment moyen, souvent difficile à mettre en évidence en raison de sa petitesse.

» Les filaments spermatiques sont réunis, au nombre de 80 à 100, en faisceaux volumineux, qui se trouvent logés dans des rainures longitudinales des cellules épithéliales tapissant la paroi des tubes. Il nous paraît hors de doute que chaque grappe de spermatoblastes, et par contre chaque faisceau, dérivent d'un même ovule mâle. Ce dernier, probablement, ne se divise qu'en partie comme chez les Vertébrés, mais nous n'avons point vu comment se transforme sa portion non segmentée. L'extrémité antérieure des faisceaux adultes est enveloppée dans une masse homogène et tenace qui semble représenter le dernier vestige du corps de l'ovule.

» Nous n'avons trouvé de spermatozoïdes isolés que dans l'oviducte de la femelle, où ils conservaient d'ailleurs leur aspect habituel et leur immobilité [1].

» Si l'on fait abstraction de la destinée du nodule céphalique, toute cette évolution rappelle d'une façon frappante celle des Sélaciens. Il est à remarquer que ces filaments spermatiques à trois segments distincts représentent un type bien plus complet que les spermatozoïdes des Podo-

(1) Ces recherches, comme celles qui concernent les Crustacés podophtalmes, ont été faites au Laboratoire de Zoologie maritime de l'État, à Concarneau, de mars à septembre, en 1882 et 1883.

phtalmes qui, malgré la complexité de leur structure, se trouvent réduits au seul segment céphalique (au moins ceux des Brachyures, dont les prolongements ne sont pas fixés sur un collier spécial). »

ZOOLOGIE. — *Sur la Sacculine interne, nouveau stade du développement de la* Sacculina Carcini. Note de M. **Yves Delage**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Lorsque, pour étudier l'embryogénie de la Sacculine, on cherche sur les Crabes des individus de plus en plus petits, on ne tarde pas à être frappé de ce fait, que l'on ne trouve pas de Sacculine dont la taille soit inférieure à 3^{mm} environ. J'ai examiné plusieurs milliers de Crabes infestés, sans trouver jamais une Sacculine plus petite. L'embryogénie de la Sacculine et des autres Rhizocéphales n'étant point connue, on n'a pu faire que des hypothèses sur leur développement, et l'hypothèse généralement admise est que la larve cypridienne du parasite se fixe par la tête à l'abdomen du Crabe, perd ses membres, insinue dans les tissus de sa victime une partie de sa tête, d'où poussent des tubes qui envahissent le Crabe tout entier. M. Giard a même été jusqu'à préciser les faits, en affirmant que le parasite se formait pendant l'accouplement des Crabes. Si cela était vrai, le fait que j'ai signalé serait vraiment inexplicable, car, entre une Sacculine de 3^{mm} et une Cypris qui n'a pas $0^{mm},2$ de long, il y a tout un monde d'états intermédiaires que l'on devrait retrouver. En outre, les plus petites Sacculines sont déjà semblables aux adultes et n'ont rien de commun avec un animal agile ou même pouvant se déplacer. Comment le parasite a-t-il pu venir ainsi tout formé du dehors?. La réponse est facile. Il ne vient pas du dehors, mais du dedans. Avant de se montrer au dehors, la Sacculine existe déjà dans l'abdomen du Crabe, entre l'intestin et la paroi du corps. Elle existe là au complet, avec son sac, ses ovaires, ses glandes accessoires, ses testicules, son système nerveux, et ce n'est qu'en grossissant qu'elle arrive à nécroser par compression les téguments du Crabe, à les amincir et finalement à les rompre pour faire effraction au dehors.

» A l'état le plus jeune où on puisse la trouver, la *Sacculine interne* consiste en une membrane en forme de sac aplati, étalée entre l'intestin et la paroi abdominale du Crabe, dans la cavité générale, au milieu d'un tissu cellulo-adipeux. De toute sa surface, mais surtout de ses bords irrégulièrement sinueux, partent les tubes qui, déjà à cette époque, ont envahi complètement le Crabe. La paroi de la membrane est revêtue d'une mince

couche chitineuse et formée de grosses cellules à noyau volumineux. L'intérieur est formé de cellules étoilées, dont les prolongements anastomosés entre eux font de l'ensemble une sorte de tissu conjonctif caverneux, dont les cavités innombrables communiquent toutes entre elles. Les grosses cellules pariétales se continuent dans les tubes. Dans sa région moyenne, la membrane, au lieu de rester mince, s'épaissit brusquement et forme une sorte de tumeur sur sa face superficielle. Au sein du tissu caverneux abondant qui remplit ce renflement, se trouve un amas sphérique de petites cellules, auquel j'ai donné le nom de *nucléus*. Les cellules du nucléus sont disposées de manière à former une masse centrale, séparée par un étroit espace d'une couche enveloppante. La Sacculine entière n'a pas, à ce moment, plus de $\frac{1}{3}$ de millimètre de large; le nucléus n'a guère que $0^{mm},05$ de diamètre; et cependant tout ce qui constituera la Sacculine adulte est représenté là. La membrane, avec son tissu caverneux, formera la *membrane basilaire;* le nucléus formera la *Sacculine externe;* dans ce nucléus, la couche sphérique de cellules représente le *sac;* l'amas central, la future *masse viscérale*.

» Il est à remarquer qu'à ce moment toutes les cellules du nucléus sont identiques. Aucune ne s'est différenciée, soit par sa nature, soit par sa position. Par suite de transformations que j'ai pu suivre pas à pas, et qui seront décrites tout au long dans un Mémoire dont ces Notes ne sont que l'avant-coureur, on voit se former successivement dans le nucléus toutes les parties de la Sacculine adulte. Dans la couche périphérique, les cellules multiplient, celles des bords s'allongent radialement, s'anastomosent et forment les gerbes de tissu conjonctif; les plus centrales s'allongent et s'anastomosent tangentiellement et forment les fibres musculaires. Dans l'amas central, les couches périphériques subissent une transformation analogue, pour former la paroi de la masse viscérale; parmi les cellules intérieures, les unes s'allongent et s'anastomosent pour former les plans musculaires transversaux, tandis que les autres, distribuées en deux groupes symétriques, restent arrondies et donnent les œufs, ainsi que les cellules testiculaires.

» Avant que ces modifications soient terminées, on voit se former, dans la portion du tissu caverneux qui sépare le nucléus de la paroi de la membrane, deux plans parallèles et contigus de cellules, disposés en travers par rapport à l'axe du Crabe. Ces cellules sécrètent bientôt entre elles une lame de chitine qui se fend. La fente s'ouvre et livre accès au nucléus hors de la cavité de la tumeur dans laquelle il était contenu. Le nucléus s'insinue peu à peu au dehors et arrive au contact des téguments du Crabe. Là il

continue à grossir, en se développant et en prenant peu à peu les caractères de la jeune Sacculine externe. Enfin, lorsqu'il a atteint 2^{mm},5 à 3^{mm}, il fait éclater les téguments du Crabe et se présente au dehors. Devenu Sacculine externe, il constitue alors ces jeunes parasites, les plus petits que l'on puisse voir extérieurement sous l'abdomen des Crabes. L'orifice de sortie ne tarde pas à se régulariser, toute trace d'effraction disparaît, mais à l'intérieur du Crabe restent les tubes suceurs et la fosse aplatie d'où est sorti le nucléus et qui formera la *membrane basilaire* que nous avons signalée chez l'adulte.

Mâles complémentaires. — Au moment où la Sacculine vient de devenir externe, l'orifice de son cloaque est fermé, et une mince membrane chitineuse, soudée au pourtour de celui-ci, l'entoure tout entière. Au bout de peu de temps, cette pellicule se rompt et reste adhérente seulement au pourtour du cloaque. De jeunes Cypris arrivent alors et, s'insinuant sous elle, se fixent par leurs antennes aux bords de cet orifice. *Le fait est constant. Toutes les Sacculines jeunes ont ainsi des Cypris fixées à leur cloaque.* Elles en ont rarement une seule, ordinairement deux à cinq, et j'en ai trouvé jusqu'à douze. Ce fait n'avait jamais encore été constaté chez la Sacculine ni, avec cette généralité, chez aucun Rhizocéphale. La présence de nombreuses Cypris autour du cloaque prouve nettement que ces êtres remplissent là les fonctions de mâles, comme l'a fort bien compris Fritz Müller. Plus tard, la pellicule cloacale tombe en entraînant la dépouille des Cypris, et le cloaque s'ouvre. »

ZOOLOGIE. — *Sur la faune des Phallusiadées des côtes de Provence.* Note de M. L. **Roule**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Le Mémoire que j'ai rédigé sur les Phallusiadées des côtes de Provence ne comporte pas seulement l'examen détaillé de la structure de ces êtres, structure dont j'ai déjà signalé dans plusieurs Notes les traits principaux, mais aussi une étude zoologique attentive des formes qui habitent nos côtes. Les divers types d'Ascidies simples ne diffèrent pas beaucoup les uns des autres, dans la même famille, par leur aspect extérieur, et l'on ne peut s'en tenir à cette seule particularité pour les distinguer; il est nécessaire de pénétrer plus loin encore dans la structure anatomique, d'examiner les aspects des organes internes, pour mieux asseoir la caractéristique des genres et des espèces.

» En étudiant de cette manière les diverses formes de Phallusiadées, on

reconnaît qu'on peut les diviser naturellement en deux groupes principaux, les Cionidées et les Phallusidées; une telle distinction a déjà été proposée par Savigny. Chez les Cionidées (*Phallusiæ Cionæ,* Sav.), la branchie n'est pas étendue jusqu'à l'extrémité postérieure du corps, et les viscères (tube digestif, cœur, ovaire) sont situés en arrière d'elle; chez les Phallusidées (*Phallusiæ simplices* et *pirenæ* de Savigny), la branchie est étendue jusqu'à l'extrémité postérieure du corps et les viscères sont placés sur ses côtés. Les Cionidées ne renferment que le seul genre *Ciona,* Fl., dont deux espèces habitent les côtes provençales; l'une, la *C. intestinalis,* L., très commune dans l'eau saumâtre des ports, fixée sur les parois des quais, correspond aux *C. intestinalis* figurées par Savigny et par Heller; l'autre, la *C. Savignyi,* Herdman, habite la vase sableuse des grands fonds (80^m à 150^m). La répartition géographique de ces deux espèces est considérable, puisque les individus de *C. intestinalis* ont été trouvés dans la plupart des mers d'Europe, des mers américaines et jusque sur les côtes océaniennes; d'un autre côté, l'unique individu de *C. Savignyi* recueilli par les naturalistes du *Challenger,* et décrit par M. Herdman, provient des mers du Japon.

» Toutes les formes de Phallusidées qui habitent les côtes de Provence offrent ce caractère général, d'avoir les viscères sur le côté gauche de la branchie (Ascidinées); elles diffèrent ainsi des Corellinées qui les ont placés sur le côté droit, et des Hypobythinées qui les ont placés sur la face dorsale de cet organe. Les Ascidinées de nos côtes peuvent être rangées, d'après leur structure interne, en trois groupes principaux auxquels il est permis d'accorder le nom de genres, si l'on en juge d'après l'importance des caractères qui les distinguent.

» Chez les *Phallusia* (*Ph. simplices,* Sav.), la région postérieure de la branchie est recourbée et rabattue sur elle-même; une seule espèce de ce genre, commune dans les prairies de Zostères, la *Ph. mamillata,* Cuv. ou *Ph. venosa,* D. C., habite nos côtes; une variété plus globuleuse et de couleur plus jaunâtre fréquente les bancs d'algues qui tapissent les bords des calanques peu profondes; la *Ph. urtica,* Risso, paraît être une jeune *Ph. mamillata* des prairies de Zostères. La branchie, chez les deux autres groupes génériques d'Ascidinées, n'est jamais recourbée ni rabattue sur elle-même. Chez les *Ascidia* vraies, la glande hypoganglionnaire et le ganglion nerveux sont toujours éloignés de l'organe vibratile, et, la bouche œsophagienne n'étant pas située même à l'extrémité postérieure de la branchie, le raphé dorsal se continue encore en arrière d'elle; par contre, chez les *Ascidiella,* le raphé dorsal se termine sur le pourtour de la bouche œsophagienne, et la glande

hypoganglionnaire est placée, avec le ganglion nerveux qui l'accompagne, immédiatement en arrière de l'organe vibratile; par ces deux caractères, les *Ascidiella* se rapprochent des *Ciona*.

» L'*Ascidiella cristata*, Risso, habite les eaux saumâtres des ports de Marseille; la plupart des individus sont un peu plus petits que ceux de la mer Adriatique décrits par Heller; l'*Ascidiella scabra*, O. T. M., vit fixée sur les rochers des bords des calanques. Cette dernière espèce est surtout remarquable par les variations de structure de sa trame branchiale, cette trame étant parfois formée seulement par une membrane percée çà et là de tréma irréguliers. Enfin, l'*A. lutaria* nobis, caractérisée par le prolongement postérieur de sa cuticule, qui fixe et supporte l'individu, a été draguée dans la vase qui constitue le fond (40^m à 60^m) de la région nord du golfe de Marseille.

» Les espèces d'*Ascidia* sont plus nombreuses; l'*A. mentula*, O. T. M., le type du genre, habite les prairies de Zostères, côte à côte avec la *Ph. mamillata;* suivant que les individus vivent dans l'intérieur des prairies ou seulement sur les bords, leur teinte, rougeâtre ou verdâtre en général, devient plus foncée ou plus claire. On trouve les *A. producta*, Hanc., beaucoup plus petites en général que celles de l'Océan, fixées sur les détritus tombés dans les bassins des nouveaux ports. Sur les pierres des bords des calanques, vit à une faible profondeur une *Ascidia* particulière que j'ai nommée *A. Marioni*, dépourvue d'organe vibratile, cet organe étant remplacé, comme chez les *Ph. mamillata*, par des canaux secondaires qui débouchent le long du raphé dorsal dans la cavité branchiale. La vase amenée par les eaux du Rhône, qui recouvre le fond du golfe de Fos et la partie nord de la rade de Marseille, renferme l'*A. depressa*, Ald.; enfin, la vase sableuse des grands fonds m'a fourni deux exemplaires de la grande *A. involuta*, Hell.

» Je ne m'occupe dans cette Note que d'une famille d'Ascidies. L'énumération qui précède est cependant suffisante pour faire comprendre les caractères de la forme des Tuniciers qui peuplent cette partie de nos côtes [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait dans le Laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la cavité du corps et l'appareil sexuel de la* Spadella Marioni. Note de M. **P. Gourret**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« La cavité générale de la *Spadella Marioni* est surtout développée au niveau de l'intestin, où elle comprend deux chambres latérales parallèles, limitées en dehors par la musculature et ne communiquant entre elles que par les boutonnières creusées dans le mésentère. Dans la région postérieure du tronc, par suite du développement des ovaires, le cœlôme se divise en quatre chambres, dont deux dorsales et deux ventrales. Ces dernières se réduisent de plus en plus à mesure qu'on se rapproche de la terminaison du tronc; dans ce point elles disparaissent même complètement. La cavité générale n'est pas reconnaissable dans la région caudale, occupée par les glandes sexuelles mâles. D'autre part, à la partie antérieure du corps, les deux chambres latérales typiques du tronc se réduisent beaucoup, notamment au niveau de l'œsophage, par suite du développement en ce point des muscles des parois du corps. La disposition du cœlôme enfin est très complexe dans la tête, où la cavité générale existe sous forme de vides, d'ordinaire intramusculaires.

» Dans toute son étendue, cette cavité présente un revêtement endothélial, dont les cellules ne sont guère visibles que par leurs noyaux. La face libre de ces cellules est le plus souvent assez bien indiquée dans le voisinage des ovaires. Le liquide du cœlôme contient des corpuscules figurés, dont le contour assez net limite une masse foncée, au centre de laquelle est une zone nucléaire assez facile à observer.

» De chaque côté du pharynx, se trouve un organe glandulaire renflé à la face ventrale et débouchant par un court canal à la face opposée, entre le prépuce et l'épiderme céphalique. La portion renflée est tapissée de grosses cellules cylindriques ou coniques, dont le contenu, généralement granuleux, semble parfois constitué par de nombreux petits corps polygonaux. Quant aux cellules du canal, elles ont un contenu homogène et un noyau brillant à leur centre. Cet organe peut être considéré comme un appareil excréteur particulier, analogue, au point de vue anatomique seulement, aux organes segmentaires que Claparède a décrits dans les anneaux antérieurs des Annélides tubicoles.

» L'appareil reproducteur femelle se compose de deux parties symétriques. Chacune d'elles comprend un ovaire, un oviducte et une vésicule séminale. L'ovaire, placé entre la terminaison de l'intestin et les parois du corps, en arrière du ganglion abdominal, est formé par une enveloppe anhiste, tapissée de cellules coniques dont le sommet est tourné en dedans. Ces dernières, rangées en une seule couche, montrent un nucléus central et un protoplasme homogène. L'enveloppe est partout ininterrompue, sauf le point où l'oviducte débouche dans l'ovaire. Les diverses ouvertures que Grassi décrit comme faisant communiquer l'oviducte et la glande femelle ne paraissent pas exister dans la *Spadella Marioni*. L'oviducte est situé à la région latérale externe de l'ovaire et se continue en arrière par une poche copulatrice, qui débouche à l'extérieur par une ouverture ventrale, et non sur les côtés comme cela paraît avoir lieu chez les diverses espèces (Hertwig, Grassi). La paroi de l'oviducte comprend une membrane anhiste, une couche de fibres musculaires longitudinales et un feuillet épithélial. Ce dernier se compose de cellules cylindriques ou coniques, dont le contenu homogène montre un noyau basilaire. En certains points, ces cellules font défaut, sans doute par suite d'une exfoliation, d'ailleurs toute temporaire.

» L'appareil reproducteur mâle occupe la région caudale, séparée du tronc par une cloison transversale. Il est symétrique. Il comprend de chaque côté une glande, un canal déférent et une vésicule spermatique. Chaque glande peut être considérée comme une chambre indivise, dans laquelle il ne semble pas qu'on puisse distinguer une région testiculaire proprement dite et une région incubatrice ; car elle est tapissée sur toute sa face interne par la même couche cellulaire destinée à la production des éléments mâles. Ceux-ci, après leur formation, se détachent et tombent dans la cavité, où ils sont soumis à une véritable circulation très lente à la base de la glande, au contraire très rapide dans le reste de cet organe. Des fibres musculaires longitudinales fixent le sommet du testicule au fond de la cavité caudale. Parmi ces fibres, certaines longent le bord interne de la glande mâle et contribuent ainsi à compléter la cloison intertesticulaire, tandis que quelques autres, plus externes, la séparent de la vésicule spermatique et du canal déférent. Ce canal commence vers le tiers antérieur du testicule, dont il occupe la paroi externe jusqu'à sa terminaison. A son origine, il communique avec la glande mâle par une ouverture assez étroite, qui sert au passage des spermatozoïdes. La vésicule spermatique, en forme d'olive, fait saillie hors des téguments et correspond au tiers inférieur des testicules. Elle se met en rapport avec l'ex-

térieur par une ouverture latérale pourvue d'une petite proéminence conique.

» La glande mâle présente un épithélium interne, composé de cellules d'ordinaire peu nettes, mais dont le nucléus basilaire et foncé est en général bien évident. En dehors est une couche anhiste peu épaisse, qui sépare l'épithélium des fibres musculaires longitudinales plus externes. Celles-ci sont situées entre le testicule et le canal déférent, lequel se constitue par une membrane conjonctive, contre laquelle s'adossent des cellules épithéliales. Ces cellules sont les unes cylindriques, petites, pourvues d'un nucléus central plongé dans un protoplasme homogène, les autres plus volumineuses, plus réfringentes et innucléées, de nature probablement glandulaire (1). »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Deuxième Note pour servir à l'histoire de la formation de la houille;* par M. B. **Renault**, présentée par M. P. Duchartre.

« Récemment (2), j'ai montré que, dans un grand nombre de cas, les végétaux qui ont formé la houille présentent encore une structure organique reconnaissable et peuvent être identifiés aux plantes de même espèce trouvées à l'état fragmentaire dans les gisements silicifiés ou carbonatés, lorsque ces végétaux ont été protégés contre un écrasement complet par des dépôts concomitants de sable ou d'argile.

» Dans la Note que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, je désire préciser les caractères extérieurs de la houille qui permettent cette identification; je commencerai par la famille des *Calamodendrées*. Cette famille comprend les trois genres suivants :

» *Calamodendron* Br., *Arthropitus* Goep. et *Asolenoxylon* B. R.

» La famille est caractérisée par des tiges et des rameaux articulés, à moelle volumineuse, souvent réduite, dans les grosses tiges, à de simples diaphragmes correspondant aux articulations. Les coins ligneux font saillie du côté de la moelle; le moulage de celle-ci a donc donné de nombreuses *formes* calamitoïdes. Le bois est composé de trachéides rayées,

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

(2) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences,* séance du 20 août 1883.

réticulées ou ponctuées; l'écorce est lisse à la surface, relativement peu épaisse et généralement cellulaire. Les racines adventives sont verticillées, possèdent du bois *secondaire*, et, lorsque le bois primaire est bipolaire, son plan est orienté *parallèlement* à l'axe de la tige. Les rameaux sont également verticillés et naissent à l'aisselle d'une feuille. Les rayons médullaires sont formés de cellules parallélépipédiques dont la hauteur *surpasse* toujours les autres dimensions.

» Les fructifications mâles sont spiciformes et les bractées fertiles *paraissent* porter à leur face inférieure des sacs polliniques?

» Il est possible que certaines graines du type *Stephanospermum* se rattachent à cette famille.

» Genre *Calamodendron*: Les tiges appartenant à ce genre présentent, dans les régions dépourvues de rameaux, des articulations espacées ($0^m,15$ à $0^m,40$).

» Dans les parties au contraire qui en sont pourvues, les entre-nœuds se réduisent à quelques centimètres. Les articulations ainsi rapprochées se succèdent quelquefois pendant longtemps et peuvent dépasser le nombre de cinquante; elles reprennent ensuite leur écartement primitif pour se rapprocher encore lors d'une nouvelle émission de rameaux. Ces derniers sont tantôt disposés régulièrement en quinconce sur chacune des articulations qui se suivent (*Cal. congenium*), tantôt ils n'apparaissent qu'à certains intervalles et sur un petit nombre d'entre elles (*Cal. striatum*).

» Les coins ligneux des rameaux et des tiges sont entourés, sauf sur leur côté périphérique, d'une gaine prosenchymateuse qui s'accroît en même temps que le bois, du centre à la circonférence; entre les gaines de deux coins voisins se trouve une lame mince du tissu fondamental secondaire.

» Sur une coupe transversale ou bien longitudinale tangentielle, le bois se montre composé de bandes rayonnantes ou parallèles alternant régulièrement et d'aspect différent, les unes formées par le tissu ligneux, les autres par les gaines prosenchymateuses. Dans le *Calamodendron congenium*, les bandes fibreuses l'emportent sur les bandes ligneuses; le contraire a lieu pour le *C. striatum*. Chaque coin ligneux est muni, vers son extrémité interne, d'un canal longitudinal. Le liber ne possède que des éléments mous.

» L'écorce, peu épaisse, est entièrement cellulaire et lisse à la surface.

» Les racines adventives renferment de sept à dix faisceaux primaires centripètes, acquièrent du bois secondaire et sont pourvues d'une écorce épaisse et cellulaire creusée de lacunes.

» La houille de Calamodendrons recueillie soit dans les lentilles ou rognons épars dans les couches exploitées, soit autour des troncs isolés et longs de plus de 10^{m}, a conservé les principaux caractères énumérés plus haut et relevés dans les échantillons silicifiés.

» En effet, sur les cassures fraîches, on y reconnaît, à l'œil nu ou aidé de la loupe, les bandes alternantes caractéristiques du genre, les unes plus brillantes, les autres plus mates d'aspect; l'analyse microscopique a montré que les bandes brillantes correspondaient aux gaines prosenchymateuses; on y distingue la lame de tissu fondamental secondaire qui sépare les coins ligneux; les bandes plus ternes sont dues au tissu ligneux qui, suivant les espèces, est composé de trachéides rayées, ponctuées et réticulées.

» Les mêmes différences d'épaisseur entre les bandes ligneuses et leur gaine, qui distinguent le *Cal. congenium* et le *Cal. striatum*, se conservent dans la houille provenant de leur bois, que ces bandes soient restées dans leur position rayonnante naturelle, ou que, sous la pression des terrains environnants, elles se soient repliées diversement en zigzag. L'épaisseur de la couche de houille peut mesurer $0^{m},04$ à $0^{m},05$ dans la première de ces espèces; elle est un peu plus faible dans la dernière, qui ne paraît pas avoir atteint la même hauteur verticale.

» L'épaisseur moyenne d'un coin ligneux et de sa gaine houillifiés, dans le *C. striatum*, est de $1^{mm},3$; dans le *C. congenium*, elle est de $0^{mm},55$. La contraction éprouvée par les éléments organiques en se transformant en houille varie de la moitié au cinquième des dimensions primitives et dépend, en partie, des compressions extérieures que la plante a subies. Les sillons longitudinaux internes correspondant à l'étui médullaire se reconnaissent assez bien sur les fragments de houille qui environnent la moelle, mais sont moins marqués que dans le genre *Arthropitus*; cela tient à la faible épaisseur de la lame de tissu fondamental séparant les coins ligneux dans les Calamodendrons.

» Les préparations pour le microscope ne font pas voir de houille provenant de l'écorce, soit que la pellicule en soit trop faible ou les tissus trop écrasés, soit qu'elle se fût détachée avant la houillification. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une météorite ferrifère, tombée le 28 janvier 1833 à Saint-Caprais-de-Quinsac (Gironde).* Note de MM. **G. Lespiault** et **L. Forquignon**, présentée par M. Daubrée.

« Le dimanche 28 janvier 1883, à $2^h 45^m$ de l'après-midi, la population tout entière de Saint-Caprais-de-Quinsac (Gironde) fut mise en émoi par une série de cinq violentes détonations, comparables à des coups de canon et suivies d'un bruit pareil à une fusillade. Les personnes qui se trouvaient hors des maisons aperçurent alors, au point d'où semblait partir le bruit, un nuage noir, pareil à la fumée produite par une explosion et très distinct des nuages ordinaires qui parcouraient le ciel. Deux cultivateurs, M. Jean Perrotin et son fils, virent en même temps un objet enflammé tomber rapidement dans la direction du sud-est, si près d'eux qu'ils purent noter le point précis où cet objet avait touché terre.

» On ne songea pas, le jour même, à rechercher l'aérolithe. Mais, le lendemain, un propriétaire de Cambes, M. Elliot, mit en réquisition les témoins du phénomène et, à l'endroit même qu'ils avaient indiqué, on déterra une pierre très dense pesant $282^{gr},5$ et enfoncée dans la terre à $0^m,10$ de profondeur. Les dimensions du trou, à la surface, étaient $0^m,06$ sur $0^m,04$. Cette pierre, remise à M. Lespiault par M. Labouchède, parent de M. Elliot, ne présente aucune cassure et a beaucoup des apparences d'un caillou ordinaire. Toutefois, indépendamment de sa grande densité, elle possède, sur un de ses côtés, de fines craquelures très caractéristiques, et sur l'autre, une teinte noire aussi marquée que si elle était entièrement tachée d'encre.

» Le nombre des détonations entendues à Saint-Caprais et aussi dans les communes voisines pourrait faire supposer qu'il y a d'autres fragments; mais ceux-ci, s'ils existent, n'ont pas été recueillis.

» M. Forquignon a examiné cette pierre et en a déterminé la densité, en mesurant très exactement le volume de mercure qu'elle déplace. Le chiffre 3,3, ainsi trouvé, est notablement supérieur à la densité des roches et des minéraux les plus répandus. La pierre, sciée longitudinalement, montre dans toute sa masse de nombreuses particules de fer natif, de forme et de dimensions variables, mais très uniformément distribuées. Les deux plus grosses de ces particules ($0^m,002$ de diamètre environ) sont incluses

dans un petit rognon allongé, qui présente l'éclat métallique et la couleur bronzée de la pyrrhotine. La croûte extérieure, noirâtre, paraît devoir sa coloration à de l'oxyde de fer : son épaisseur, fort régulière, est d'environ $0^m,001$. Les mouches de fer natif pénètrent cette croûte, en beaucoup d'endroits, presque jusqu'à la périphérie.

» Quant à la partie pierreuse, qui a pu être étudiée au microscope polarisant, grâce à une coupe en lame mince, elle paraît constituée, en majeure partie, par de l'augite et de l'olivine grisâtres.

» L'examen minéralogique vient donc absolument confirmer les caractères d'authenticité énumérés plus haut et permet de ranger le bolide de Saint-Caprais dans la classe des météorites sporadosidères. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la variation diurne du baromètre à différentes altitudes et sur l'existence d'un troisième maximum barométrique;* par M. Ch. André.

« Le service météorologique de l'Observatoire de Lyon comporte trois stations d'altitudes différentes, quoique d'ailleurs assez rapprochées l'une de l'autre pour que, dans un grand nombre de cas, on puisse les considérer comme se trouvant sur la même verticale.

» L'une est au Parc de la Tête-d'Or, à l'extrémité nord-est de Lyon (175^m); l'autre sur un des sommets de la chaîne du mont d'Or, le mont Verdun, au nord de Lyon, à 10^{km} environ de la première (625^m); la troisième est à Saint-Genis-Laval, à 10^{km} du Parc et au sud de Lyon (300^m).

» Chacune de ces stations est munie d'instruments enregistreurs de même type, construits par M. Rédier, et les réductions des nombres enregistrés sont faites par une même personne, M. Marchand. Les résultats donnés par leur discussion graphique, et dont quelques-uns me paraissent observés pour la première fois, montrent l'utilité d'un pareil ensemble pour la Météorologie statique : je cite ici ceux qui se rapportent à la variation diurne du baromètre pendant les différentes saisons de l'année météorologique 1880-81. Ils sont en grande partie résumés dans le Tableau ci-dessous, où les valeurs des maxima et des minima sont représentées, en centièmes de millimètre, par leurs différences avec la valeur moyenne pour l'intervalle considéré; les heures comptées à partir de minuit, de 0^h à 24^h, et où l'on a tenu compte, par une interpolation convenable, de la partie non périodique de la variation diurne pour chacun des jours moyens obtenus.

Marche diurne du baromètre à différentes altitudes en 1881.

	PREMIER minima.		PREMIER maxima.		DEUXIÈME minima.		DEUXIÈME maxima.		PREMIER minima.		PREMIER maxima.		DEUXIÈME minima.		DEUXIÈME maxima.	
	Valeur.	Heure.	Valeur.	Heure.	Valeur.	Heure.	Valeur.	Heure.	Valeur.	Heure.	Valeur.	Heure.	Valeur.	Heure.	Valeur.	Heure.
	Hiver 1880-81.								*Printemps* 1881.							
		h		h		h		h		h		h		h		h
Parc..........	—12	5,5	+49	10,6	—55	14,5	+32	23,2	— 1	4,0	+52	8,6	—71	16,9	+21	24,0
Saint-Genis...	—19	5,2	+43	10,6	—43	14,4	+24	23,2	—12	4,2	+51	9,6	—63	17,2	+16	22,2
Mont-Verdun..	—33	5,5	+39	11,2	—17	14,2	+23	23,2	—28	4,4	+41	10,4	—33	16,7	+15	22,0
	Été 1881.								*Automne* 1881.							
Parc..........	+ 2	3,1	+61	8,5	—90	17,1	+36	23,6	— 7	4,3	+45	9,1	—59	16,1	+30	24,0
Saint-Genis...	— 5	3,0	+57	8,6	—71	17,4	+25	23,2	—16	4,4	+46	9,7	—43	16,8	+22	22,3
Mont Verdun..	—23	3,6	+36	10,1	—42	17,4	+25	22,4	—28	4,7	+34	10,3	—21	16,2	+21	22,0
	Année 1880-81.								*Décembre* 1880.							
Parc..........	— 2	3,8	+48	9,4	—65	16,2	+28	23,4	—17	6,0	+51	10,0	—64	14,2	+37	23,2
Saint-Genis...	—11	4,2	+46	9,8	—51	16,5	+22	22,8	— 9	6,1	+38	10,3	—58	14,2	+34	23,2
Mont Verdun.:	—25	4,7	+34	10,3	—26	16,7	+19	22,2	—30	5,5	+35	10,4	—39	14,0	+25	22,6

» 1° Le minimum de la nuit est d'autant plus bas que la station est plus élevée; c'est l'inverse pour celui du soir.

» 2° Dans le jour barométrique moyen annuel, les différences entre les minima de la nuit, aux deux stations élevées et à la station basse, sont très sensiblement dans le même rapport que les différences d'altitude de ces deux stations (2,7 au lieu de 2,6).

» 3° Les maxima sont tous deux d'autant plus élevés que la station d'observation est plus basse : la différence entre le maximum du matin, toujours le plus grand, et celui du soir, est beaucoup moindre dans la station élevée que dans la station basse.

» 4° Le maximum du matin se produit beaucoup plus tard à la station haute qu'à la station basse.

» 5° L'oscillation diurne qui, dans la station basse, est sensiblement quadruple (3,7 en moyenne) de l'oscillation nocturne, lui devient au contraire presque égale (1,4 en moyenne) dans la station élevée.

» 6° Les heures où la pression barométrique passe par sa valeur moyenne sont, en toutes saisons, très variables avec l'altitude de la station.

Pour le premier et le dernier de ces quatre passages, cette heure est d'autant plus hâtive que la station est plus élevée; c'est l'inverse pour le second et le troisième.

» D'ailleurs, dès l'altitude de Saint-Genis, la pression barométrique passe, en été, quatre fois par jour par sa valeur moyenne.

Heures de la pression barométrique moyenne pour l'an 1880-81.

Stations.	Premier passage.	Deuxième passage.	Troisième passage.	Quatrième passage.
	h	h	h	h
Parc	3,1	4,7	12,3	20,3
Saint-Genis	2,1	5,7	12,5	20,2
Mont Verdun	1,3	7,4	13,1	19,5

» En résumé, à mesure qu'on s'élève, dans les limites d'altitude considérée, la courbe barométrique de variation diurne tend à se composer de deux sinusoïdes égales.

» 7° En hiver, entre 2^h et 3^h du matin ($2^h 6^m$ en moyenne), on retrouve dans nos trois stations le *troisième maximum barométrique* déjà signalé par M. Rykatchew. Cette oscillation, qui commence à se faire sentir dès le mois d'octobre, augmente jusqu'en décembre, où elle atteint son maximum, et disparaît complètement dans le mois de mars; son amplitude, variable avec l'année, atteint parfois $0^{mm},2$.

Amplitude de l'oscillation au voisinage du troisième maximum.

Stations.	1^h.	1^h5.	2^h.	2^h5.	3^h.	3^h5.	4^h.	4^h5.	5^h.	5^h5.	6^h.
Parc	0	7	15	20	15	9	6	4	3	1	0
Saint-Genis	0	2	8	13	11	8	6	5	3	1	0
Mont Verdun	0	3	7	12	17	15	10	5	1	0	0

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note relative à la périodicité des tremblements de terre.

L'auteur s'efforce de montrer que les tremblements de terre sont soumis à la loi générale de périodicité qu'il a signalée, pour tous les grands mouvements terrestres et planétaires. Les intervalles écoulés entre ces phénomènes seraient toujours des multiples de la durée de la demi-rotation solaire, $12^j,5935$. D'où il conclut qu'une même cause produit tous ces effets si divers : orages électriques ou magnétiques, aurores boréales, tempêtes, tremblements de terre et éruptions volcaniques.

M. **Darreau** adresse une nouvelle Note relative à l'emploi de l'acide sulfurique, pour le traitement des matières animales infectées de principes contagieux.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Médecine et Chirurgie, par l'organe de son Doyen, M. Gosselin, présente la liste suivante de candidats, pour la place laissée vacante par le décès de M. *Cloquet*.

En première ligne . . . . M. **Charcot**.
En deuxième ligne. . . . . M. **Sappey**.
En troisième ligne. . . . . M. **Hayem**.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 NOVEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRAULIQUE. — *Des vitesses que prennent, dans l'intérieur d'un vase, les divers éléments d'un liquide pendant son écoulement par un orifice inférieur, et des moyens simples qui peuvent être employés pour déterminer très approximativement* les restes *numériques de séries doubles peu convergentes;* par MM. DE SAINT-VENANT et FLAMANT.

« 1. On sait depuis longtemps, pour les besoins les plus ordinaires de la pratique, déterminer approximativement, en s'aidant de quelques hypothèses et résultats d'observation, la vitesse moyenne, ou d'*écoulement,* d'un liquide par un petit orifice percé au fond d'un vase ou réservoir qui le contient.

» Mais aucune recherche, à notre connaissance, n'avait été faite ni chez nous ni à l'étranger sur ce qui se passe, alors, à l'intérieur de la masse fluide en mouvement, c'est-à-dire la manière dont les vitesses s'y dirigent et distribuent; en sorte que, pour certains problèmes, on ne sait encore que revenir à la supposition ancienne du mouvement par tranches paral-

lèles, bien que reconnue fausse, et n'ayant même aucun sens lorsque l'orifice est latéral ou au pied d'une paroi.

» Il était réservé à un savant de notre nation et de notre époque de poser la base rationnelle et de donner la formule générale de la solution de cette délicate question de la répartition des vitesses, dont Poncelet avait beaucoup encouragé une recherche expérimentale indirecte, tant il lui trouvait d'intérêt et d'importance.

» M. Boussinesq donc, en 1870, considérant d'abord une masse liquide indéfinie, démontra que ses molécules devaient se diriger rectilignement vers le petit orifice dont ce plan est supposé percé, et que les grandeurs de leurs vitesses devaient être, partout, inverses des carrés des distances au même orifice, comme si celui-ci exerçait sur les molécules fluides un certain appel régissant leurs vitesses comme la loi newtonienne régit les forces. Mais ensuite, en 1873 surtout, dans une des Notes d'un Volume des *Savants étrangers* (t. XXIII, n° 202, p. 548), pour passer au cas utile d'une masse fluide limitée par des parois, il supposa ingénieusement le plan horizontal de support, criblé d'une infinité d'orifices et découpé en figures égales dont chacune peut être regardée comme le fond ou la base d'un vase prismatique à parois liquides; puis il observa très simplement que si les orifices sont tous placés symétriquement par rapport aux côtés suivant lesquels les bases se joignent, leurs appels sur les molécules composant ces parois fictives auront des composantes totales nulles dans les sens perpendiculaires à leurs plans; en sorte que l'on pourra, en choisissant un quelconque de ces vases, insérer, à la place des parois liquides, des parois solides minces et polies, sans rien changer aux mouvements (qui sont, du reste, de ceux où les frottements n'ont qu'une influence négligeable).

» De cette manière, comme l'un de nous deux l'a montré dans des Communications de 1882 accompagnées d'épures propres à mettre en lumière cette théorie toute nouvelle (*Comptes rendus*, 3, 10 et 24 avril, p. 904, 1004, 1139), les mouvements dans des vases à base rectangle, ou triangulaire équilatérale, ou hexagonale, se trouvent exprimés par des séries doubles d'une infinité de termes; et nous estimons (*voir* plus loin) qu'ils ne peuvent l'être d'aucune autre manière.

» 2. Ces séries sont convergentes, mais fort peu, et elles ne sont point sommables. Il faudrait en prendre plusieurs milliers de termes pour approcher quelque peu du résultat à obtenir. Il était désirable, en se bornant à un nombre modéré des plus grands termes, d'avoir une valeur au moins approchée du *reste*, c'est-à-dire de la somme totale des autres et plus petits termes.

» Le même M. Boussinesq, consulté, nous donna, dans une prompte réponse (juin 1883), pour le reste ou complément correctif cherché, une expression monôme, hardiment établie et tellement simple qu'elle nous étonna tout d'abord. Mais notre réserve se changea bientôt en un complet acquiescement lorsque nous vîmes la concordance, à cela près de décimales d'ordre négligeable, des résultats de calculs faits pour des nombres variés de termes de la série, en y joignant chaque fois les indispensables compléments monômes. Cela justifie bien, évidemment, leur emploi et ses résultats.

» Donnons maintenant, avec leurs vérifications numériques, les séries, et l'ingénieux établissement, de plusieurs manières, de ces *restes* ou compléments qui ont si bien réussi à rendre praticable l'application de la théorie exposée.

3. Soient, l'origine des coordonnées rectangles x, y, z des molécules ou éléments fluides étant le centre de figure du fond d'un vase prismatique à arêtes verticales ou parallèles aux z qui se comptent de bas en haut, vase d'où l'eau s'écoule par un petit orifice percé n'importe où dans ce fond :

X, Y les coordonnées, pour les mêmes axes, tant de l'orifice du vase donné que d'une infinité d'autres qui lui sont fictivement accolés, orifices que l'on peut regarder simplement comme des points du plan des xy, et que nous définirons pour chaque forme du fond ;

u, v, w les composantes dans les sens x, y, z de la molécule considérée ;

A l'aire du fond et de toute section horizontale du vase ;

Q la dépense du fluide, ici supposée constante, ou le volume écoulé dans l'unité de temps par son orifice;

$\frac{Q}{A}$, en conséquence, la vitesse $-w$ des molécules de la surface fluide si on lui suppose abstractivement une hauteur infinie au-dessus du fond;

a, b les côtés parallèles aux x et y du fond du vase s'il est rectangulaire;

a et $c = \frac{a}{\sqrt{3}} = \frac{1}{3}a\sqrt{3}$ l'apothème et le demi-côté ou demi-rayon, si le fond de ces vases est un hexagone régulier, cas où l'on a l'aire

$$A = 6ac = 2a^2\sqrt{3}.$$

» On peut immédiatement vérifier qu'en posant, S étant l'indice d'une somme relative à toutes les valeurs de X, Y, ou à tous les orifices,

$$(1) \qquad u,\ v,\ w = \frac{Q}{2\pi} S \frac{X - x,\ Y - y,\ -Z}{[(X-x)^2 + (Y-y)^2 + Z^2]^{\frac{3}{2}}},$$

expression dont la forme est bien connue, les valeurs de u, v, w satisfont, même pour chaque terme de S, à la condition d'incompressibilité du fluide,

(2) $$\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0.$$

» Et, pour justifier le coefficient $\frac{Q}{2\pi}$, dont cette même formule est affectée, observons simplement qu'elle donne, pour la composante verticale,

$$w = -\frac{Qz}{2\pi} S \frac{1}{r^3} = -\frac{Qz}{2\pi A} S \frac{A}{r^3},$$

où $S \frac{A}{r^3}$ peut être remplacée par l'intégrale $\int \frac{d\sigma}{r^3}$, $d\sigma$ représentant les divers éléments superficiels des fonds A de vases ou de la surface plane indéfinie formée par leur ensemble. Or découpons cette surface par des cercles de rayon R, ayant pour centre commun le pied de l'ordonnée z, et réunissant tous les éléments $d\sigma$ appartenant à la bande annulaire de largeur dR comprise entre deux quelconques de ces cercles, nous avons, en remplaçant $d\sigma$ par la superficie $2\pi R\,dR$ de cette bande,

(3) $$w = -\frac{Qz}{A} \int_{R=0}^{R=\infty} \frac{R\,dR}{r^3}.$$

» Mais on a

$$R^2 + z^2 = r^2, \quad \text{d'où} \quad R\,dR = r\,dr.$$

Substituant, nous obtenons

(4) $$-w = \frac{Qz}{A} \int_{r=z}^{r=\infty} = \frac{Qz}{A}\left(-\frac{1}{r}\right)_z^\infty = \frac{Q}{A},$$

valeur que nous venons de dire être attribuable à cette composante à une hauteur extrêmement grande.

» On peut voir également que si, m ainsi que n représentant tous les nombres entiers de zéro à $\pm\infty$, on prend, pour le cas du fond rectangle, où l'orifice est au centre de la figure,

(4 *bis*) $$X = m\mathrm{a}, \quad Y = n\mathrm{b},$$

coordonnées des centres de tous les rectangles égaux qui l'entourent jusqu'à l'infini, la condition suivante de nullité des composantes de vitesse

le long des parois et perpendiculairement à leurs surfaces

$$(5) \qquad u = 0 \text{ pour } x = \pm \frac{a}{2}, \quad v = 0 \text{ pour } y = \pm \frac{b}{2},$$

sera exactement remplie. En effet, à chaque valeur de

$$X - x = ma - x = (m' \mp \tfrac{1}{2})a$$

répondra une valeur $(m'' \mp \frac{1}{2})a$, qui lui sera égale au signe près si

$$(m'' \mp \tfrac{1}{2}) = -(m' \mp \tfrac{1}{2}),$$

d'où

$$(6) \qquad m'' = -(m' \mp 1);$$

ce qui est toujours possible, puisque m représente tous les nombres entiers positifs ou négatifs.

» Pareille chose peut être dite de v, qui s'annulera en conséquence pour $y = \pm \frac{b}{2}$. »

M. **Daubrée** communique à l'Académie l'extrait suivant d'une Lettre qu'il a reçue de M. *Nordenskiöld*, rentré à Stockholm à la fin de septembre. L'intrépide explorateur a échappé très heureusement aux nouveaux dangers auxquels il s'était exposé : d'une part, en pénétrant par la côte ouest dans l'intérieur des glaciers, jusqu'à plus de 100^{km} de la côte et à une altitude de 1067^{m} ; d'autre part, en s'avançant le long de la côte orientale, au milieu des glaces flottantes, jusqu'à 65°40′ de latitude nord, sauf à y rester enfermé ou à s'y briser.

« Mon exploration dans l'intérieur du Groënland doit intéresser les éminents glacialistes et alpinistes français. Mon heureuse navigation le long de la côte est du Groënland attirera, je l'espère, l'attention des compatriotes de l'infortuné Blosseville.

» Les collections de plantes fossiles, faites par M. Nathorst à Disko et à Nuorsoak, sont les plus complètes qui aient été apportées des régions polaires.

» Les observations hydrographiques de M. Hamberg fourniront beaucoup de faits importants et nouveaux sur la question si débattue de l'extension du gulf-stream.

» M. Berlin apporte aux botanistes des renseignements nouveaux sur la flore de la neige et de la glace.

» Nos dragages ont donné à M. Forstrand nombre d'Invertébrés intéressants.

» Le Dr Kolthoff a recueilli une foule d'Insectes jusqu'ici inconnus des régions polaires.

» Il faudra nécessairement quelque temps pour calculer nos observations et examiner les collections.

» Quelques jours après mon arrivée à Stockholm, mon collègue M. Rubenson m'a montré quelques pierres de la grosseur d'une noisette, tombées, d'après ce que l'on dit, avec de très gros grêlons, le 4 juillet, près de Broby, en Westmanland. Bien que ces pierres consistassent en fragments angulaires de quartz ordinaire laiteux, j'ai cru devoir me rendre sur les lieux de la chute pour recueillir tous les renseignements possibles sur ce remarquable phénomène. Je reviens de ce voyage; les résultats de mes investigations sont très curieux; je pense pouvoir les compléter encore et je vous les communiquerai dans tous leurs détails. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. *Cloquet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. Charcot obtient.	46 suffrages.
M. Sappey »	12 »

M. Charcot, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MEMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Sur un oxalate tribasique d'alumine.*
Note de M. **Mathieu-Plessy.** (Extrait.)

(Renvoi à l'examen de M. Debray.)

« *Conclusions.* — 1° L'acide oxalique en dissolution dans l'eau attaque, à une température de 200°, l'aluminium.

» 2° Cet acide réagit également sur le sulfate d'alumine tribasique, et de son action résulte un oxalate d'alumine tribasique.

» 3° La formule du nouvel oxalate le représente comme un kaolin, dans lequel l'acide oxalique semble remplacer la silice, équivalent pour équivalent, et cette formule, qui est $C^2O^3Al^2O^3 2(H^2O)$, établit une nouvelle analogie entre les dérivés du carbone et ceux du silicium. »

M. **Alb. Fournier** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur un nouveau procédé de locomotion rapide à la surface de l'eau ».

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme, Tresca.)

M. **P.-H. Boutigny**, d'Évreux, adresse une Note sur la prophylaxie du choléra en particulier, et des maladies contagieuses en général.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **A. Netter** adresse une Note intitulée « Sur l'incertitude des signes de la mort dans le choléra, et sur deux nouveaux moyens pour la constatation des décès causés par cette maladie ».

(Renvoi à l'examen de M. Vulpian.)

M. **Tavignot** adresse une Note relative à un mode de traitement du diabète par le phosphore.

(Renvoi à l'examen de M. Vulpian.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, trois Opuscules de M. *Haton de la Goupillière*, portant pour titres : « Notesur les méthodes d'exploitation souterraine fondées sur l'abandon des massifs »; « Note sur le profil d'équilibre des tractions mécaniques en rampe », et « Formules analytiques relatives à la richesse des filons ». (Ces trois Notes sont présentées par M. Daubrée.)

M. le **Secrétaire perpétuel** communique à l'Académie une Lettre de M. *Martial*, commandant le navire *la Romanche*, qui annonce le retour de ce navire à Cherbourg.

M. **Alph. Milne-Edwards** ajoute que la *Romanche* rapporte en France des collections considérables et d'un grand intérêt, à raison de la région géographique où elles ont été faites. M. le commandant Martial n'a pas cessé de parcourir les canaux des îles Magellaniques, et il a poussé ses explorations jusqu'aux îles Malouines, faisant exécuter des sondages nombreux et des dragages jusqu'à 600^{m} de profondeur. Les récoltes qui en ont été le résultat sont abondantes et le médecin du bord, M. le Dr Hahn, n'a rien négligé pour assurer leur conservation. En même temps, M. le Dr Hyades, médecin de la station à terre, a étudié avec un grand soin les caractères anthropologiques des sauvages de la Terre-de-Feu, ainsi que la faune et la flore de la pointe australe de l'Amérique, où son séjour s'est prolongé plus d'une année. Il a été aidé dans ses travaux par l'un des préparateurs du Muséum, M. Sauvinet, qui avait été placé sous sa direction. Des recherches botaniques ont été faites par M. Hariot, envoyé dans ce but par le Ministère de l'Instruction publique, l'Académie et le Muséum. Ce jeune naturaliste a trouvé, auprès des officiers de notre marine, le meilleur accueil et les moyens de remplir la mission qui lui avait été confiée.

Cent soixante-sept caisses de collections, deux squelettes de baleine, des végétaux et des animaux vivants, montrent l'activité qui a été déployée dans cette lointaine expédition.

Au retour, M. le commandant Martial a fait exécuter des sondages qui jetteront beaucoup de lumière sur la constitution du lit de l'Océan. Il a constaté, sur le 20e méridien au sud de l'équateur, l'existence d'une

profonde dépression de 7370m dans le voisinage de la chaîne des hauts fonds signalés par le *Challenger* et la *Gazelle*.

La mission du cap Horn aura fait faire un pas considérable à nos connaissances relatives au Magnétisme terrestre, à la Physique du globe et à l'Histoire naturelle.

ASTRONOMIE. — *Observations de la Comète Pons-Brooks, faites à l'Observatoire de Nice, (équatorial Gautier-Eichens) et comparaison avec l'éphéméride*; par M. **Perrotin**, présentées par M. Faye.

Dates. 1883.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Distance polaire apparente.	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoiles.	Nombre de comparaisons.
	h m s	h m s	° ′ ″				
Sept. 26	9. 3. 4	16.25.45,47	+59.54.50,8	$\bar{1}$,929	0,203	1	4,4
29	8.42. 9	16.26.36,90	+59.15.29,2	$\bar{1}$,905	0,157	2	3,3
Oct. 2	8. 3.39	16.27.55,60	+58.36.39,2	$\bar{1}$,876	$\bar{1}$,943	3	7,7
2	8. 3.39	16.27.55,74	+58.36.38,5	$\bar{1}$,876	$\bar{1}$,943	4	7,7
3	6.56.42	16.28.26,46	+58 24.17,8	$\bar{1}$,795	—1,583	3	5,5
5	8.11.42	16.29.40,67	+57.57.47,1	$\bar{1}$,882	0,131	5	6,8
5	8.43. 0	16.29.41,53	+57.57.29,8	$\bar{1}$,900	0,316	6	4,4
6	7.13.56	16.30.20,67	+57.45.38,0	$\bar{1}$,826	$\bar{1}$,335	7	4,4
24	6.50.15	16.50.27, 1	+54. 6.28	$\bar{1}$,815	0,081	8	8,8
Oct. 25	7.34.38	16.52. 4, 5	+53.54.39	$\bar{1}$,849	0,348	8	5,5

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1883,0.

Étoiles.	Noms des étoiles.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
		h m s	° ′ ″	
1	2799 Fédorenko	16.31.58,48	+29.55. 9,6	Zones de Krueger.
2	B.B. t. VI + 59°,1741	16.35. 3,43	+59.11.28,3	Id.
3	30159 Lal	16.26.23,36	+58.29.46,8	Id.
4	B.B. t. VI + 58°,1649	16.32.56,94	+58.35.46,1	Cat. B.B.
5	30252 Lal	16.29.26,67	+58. 0.48,3	Cat. Lal.
6	30385 Lal	16.33.33,07	+58. 1. 8,4	Cat. Lal.
7	Rumker 5482	16.32.55,23	+57.39.21,2 (1)	Cat. Rumker.
8	DM + 54°, 1841	16.48.41,2	+53.58.43	Posit. approchée.

Comparaison avec l'éphéméride de MM. Schulhof et Bossert.

(Obs. — Calcul.)

1883.	Δα.	Δδ.
	s	″
Sept. 26	+0,24	+4,8
29	—0,75	+4,6

(1) Erreur probable de 10″ dans le Catalogue.

1883.	$\Delta\alpha$.	$\Delta\delta$.
	s	"
Oct. 2	$-0,62$	$+6,8$
2	$-0,48$	$+6,1$
3	$-0,49$	$+7,7$
5	$-1,08$	$+6,7$
5	$-1,06$	$+6,5$
Oct. 6	$-0,27$	$+15,2$ (¹)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur certaines formules de* Hansen *et de M.* Tisserand. Note de M. P. Appell.

« Soient, en employant les notations de M. Tisserand [2],

$$(1)\qquad z = \mu\cos x + \nu\cos y,$$

$$(2)\qquad \varphi(z) = \frac{1}{(1-2\theta z+\theta^2)^{\frac{p-1}{2}}} = \sum_0^\infty \theta^{N} P^{(N)}(p, z);$$

nous nous proposons d'abord de développer la fonction $\varphi(z)$ suivant les cosinus des multiples de x et y, sous la forme

$$(3)\qquad \varphi(z) = 4\sum_0^\infty \lambda_{ij}\cos ix\cos jy;$$

le coefficient λ_{ij} est donné par la formule

$$(4)\qquad \lambda_{ij} = \frac{1}{\pi^2}\int_0^\pi\int_0^\pi \varphi(z)\cos ix\cos jy\,dx\,dy.$$

En transformant cette intégrale à l'aide d'une formule de Jacobi rappelée par M. Tisserand (*loc. cit.*, p. 817), nous avons

$$(5)\qquad \lambda_{ij} = \frac{1}{\pi^2}\,\frac{\mu^i\nu^j}{3.5\ldots(2i-1).3.5\ldots(2j-1)}\int_0^\pi\int_0^\pi \varphi^{(i+j)}(z)\sin^{2i}x\sin^{2j}y\,dx\,dy.$$

» Désignons par la notation (α, m) le produit $\alpha(\alpha+1)\ldots(\alpha+m-1)$, dans lequel m est un entier positif, et posons

$$(6)\qquad \frac{2\theta\mu}{1+\theta^2} = a,\quad \frac{2\theta\nu}{1+\theta^2} = b,\quad \frac{p-1}{2} = k,\quad k+i+j = q,\quad (\alpha, 0) = 1,$$

(¹) Erreur probable de 10″ dans le Catalogue.

(²) *Comptes rendus*, même volume, p. 815 et 880.

nous pourrons écrire

$$\varphi^{(i+j)}(z) = \frac{(2\theta)^{i+j}(k, i+j)}{(1+\theta^2)^q}\,\frac{1}{(1 - a\cos x - b\cos y)^q}$$

et, par conséquent,

$$(7)\quad \lambda_{ij} = \frac{1}{\pi^2}\,\frac{\mu^i\nu^j(k, i+j)(2\theta)^{i+j}}{3.5\ldots(2i-1).3.5\ldots(2j-1)(1+\theta^2)^q}\int_0^\pi\int_0^\pi \frac{\sin^{2i}x\sin^{2j}y}{(1-a\cos x - b\cos y)^q}\,dx\,dy.$$

» Développons cette dernière intégrale double suivant les puissances positives croissantes de a et b, de telle façon que

$$(8)\qquad \lambda_{i,j} = \frac{1}{\pi^2}\,\frac{\mu^i\nu^j(k, i+j)(2\theta)^{i+j}}{3.5\ldots(2i-1).3.5\ldots(2j-1)(1+\theta^2)^q}\sum_0^\infty \mathrm{L}_{r,s}a^r b^s.$$

Pour cela, remarquons que l'on a

$$(1 - a\cos x - b\cos y)^{-q} = \sum_0^\infty \frac{(q, r+s)}{(1, r)(1, s)}\,a^r b^s \cos^r x\cos^s y,$$

et portons ce développement dans l'intégrale (7); nous obtenons pour $\lambda_{i,j}$ un développement de la forme (8), où

$$(9)\qquad \mathrm{L}_{r,s} = \frac{(q, r+s)}{(1, r)(1, s)}\int_0^\pi\int_0^\pi \sin^{2i}x\sin^{2j}y\cos^r x\cos^s y\,dx\,dy.$$

» Cette intégrale double (9) est nulle à moins que r et s ne soient pairs. Supposons donc que l'on ait $r = 2m$, $s = 2n$; l'intégrale double (9) se ramène alors facilement aux intégrales eulériennes et l'on trouve qu'elle a pour valeur

$$\frac{\pi^2}{2^{i+j+m+n}}\,\frac{3.5\ldots(2i-1).3.5\ldots(2j-1).3.5\ldots(2m-1).3.5\ldots(2n-1)}{(1, i+m)(1, j+n)};$$

on en conclut, en s'appuyant sur l'identité

$$\frac{3.5\ldots(2m-1)}{1.2\ldots 2m} = \frac{1}{2^m}\,\frac{1}{1.2\ldots m},$$

$$\mathrm{L}_{2m,2n} = \frac{\pi^2(q, 2m+2n).3.5\ldots(2i-1).3.5\ldots(2j-1)}{2^{i+j+2m+2n}(1, i+m)(1, j+n)(1, m)(1, n)};$$

ce qui donne enfin, pour le développement de $\lambda_{i,j}$ d'après la formule (8) où l'on remet à la place de a et b leurs valeurs (6),

$$(10)\quad \lambda_{i,j} = \frac{\mu^i\nu^j(k, i+j)\theta^{i+j}}{(1, i)(1, j)(1+\theta^2)^q}\sum_0^\infty \frac{(q, 2m+2n)}{(i+1, m)(j+1, n)}\,\frac{\theta^{2m+2n}}{(1+\theta^2)^{2m+2n}}\,\frac{\mu^{2m}\nu^{2n}}{(1, m)(1, n)},$$

la sommation étant étendue aux valeurs entières de m et n de zéro à l'infini. La série du second membre de (10) se ramène facilement à la fonction hypergéométrique de deux variables $F_4(\alpha, \beta, \gamma, \gamma', x, y)$ [1], mais nous laissons de côté cette réduction pour arriver à l'objet principal de cette Note, à savoir la détermination du coefficient $B_{i,j}^{N,p}$ dans le développement du polynôme $P^{(N)}(z, p)$ sous la forme

$$P^{(N)}(z,p) = 4\sum_{i,j} B_{i,j}^{N,p} \cos ix \cos jy.$$

» D'après l'identité (2), ce coefficient est le coefficient de θ^N dans le développement de $\lambda_{i,j}$ suivant les puissances positives croissantes de θ. Pour former ce dernier développement, remarquons que l'on a

$$\frac{1}{(1+\theta^2)^{2m+2n+q}} = \sum_{\rho=0}^{\rho=\infty} (-1)^\rho \frac{(2m+2n+q, \rho)}{(1, \rho)} \theta^{2\rho};$$

en portant ce développement dans l'expression (10) de $\lambda_{i,j}$, on obtient une série dans laquelle le coefficient de θ^N a pour valeur

$$(11) \quad B_{i,j}^{N,p} = \frac{(k, i+j)\mu^i\nu^j}{(1,i)(1,j)} \sum{}' (-1)^\rho \frac{(q, 2m+2n)(2m+2n+q, \rho)}{(i+1, m)(j+1, n)(1, \rho)} \frac{\mu^{2m}\nu^{2n}}{(1,m)(1,n)},$$

la somme Σ' étant étendue aux valeurs entières positives ou nulles des nombres m, n, ρ satisfaisant à la condition

$$(12) \qquad i+j+2m+2n+2\rho = N$$

ou, en posant $N - i - j = 2N'$,

$$(12') \qquad m+n+\rho = N'.$$

» L'expression (11) du coefficient $B_{i,j}^{N,p}$ peut être simplifiée si l'on élimine ρ à l'aide de la relation (12'); on a, en effet,

$$\begin{aligned}
(q, 2m+2n)(q+2m+2n, \rho) &= (q, 2m+2n+\rho) \\
&= (q, m+n+N') = (q, N')(q+N', m+n); \\
\frac{1}{(1,\rho)} = \frac{(\rho+1)(\rho+2)\ldots(\rho+m+n)}{1.2\ldots(\rho+m+n)} &= (-1)^{m+n}\frac{(-N', m+n)}{(1, N')}, \\
(k, i+j)(q, N') = (k, N'+i+j), \quad &(-1)^\rho = (-1)^{m+n+N'};
\end{aligned}$$

---

[1] *Journal de Mathématiques* de M. Resal, 3e série, t. VIII, p. 174.

donc, en substituant,

$$B_{i,j}^{N,p} = (-1)^{N'} \frac{\mu^i \nu^j (k, N'+i+j)}{(1, N')(1, i)(1, j)} F_4(q + N', -N', i+1, j+1, \mu^2, \nu^2).$$

» Le coefficient cherché est ainsi exprimé par un polynôme hypergéométrique de deux variables formé avec la fonction F_4; le développement de F_4 s'arrête de lui-même, car le second élément est un entier négatif $-N'$. On remarquera que nous n'avons pas fait usage de la relation $\mu + \nu = 1$, et que le nombre k et, par conséquent, le nombre p sont entièrement arbitraires. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les lignes asymptotiques de la surface des ondes.* Note de M. G. **Darboux**.

« Soient x, y, z les coordonnées rectangulaires d'un point quelconque M d'une surface. Désignons par p, q, r des quantités proportionnelles aux cosinus directeurs de la normale et assujetties en outre à satisfaire à la condition

$$(1) \qquad px + qy + rz = 1.$$

» Enfin désignons par p', q', r' les trois quantités

$$(2) \qquad p' = qr - ry, \quad q' = rx - pz, \quad r' = py - qx,$$

de telle manière que les six coordonnées de la normale seront p, q, r, p', q', r'.

» Avec ces notations l'équation différentielle des lignes asymptotiques de la surface sera

$$(3) \qquad dp\,dx + dq\,dy + dr\,dz = 0,$$

et celle des lignes de courbure

$$(4) \qquad dp\,dp' + dq\,dq' + dr\,dr' = 0.$$

» Je me propose d'appliquer ces résultats très simples à l'étude des lignes asymptotiques et des lignes de courbure de la surface des ondes.

» J'examinerai aujourd'hui ce qui concerne les lignes asymptotiques. La surface des ondes étant un cas particulier de la surface à seize points singuliers, on pourrait déduire la détermination de ces lignes de celle qui a été donnée par MM. Klein et Lie pour la surface de Kummer; mais il y

a intérêt à les déterminer directement, et nous allons voir d'ailleurs que la méthode suivie dans cette recherche donne les lignes asymptotiques d'une infinité de surfaces nouvelles.

» L'étude détaillée et complète de la surface des ondes repose sur l'emploi simultané de quatre variables qui sont les suivantes. Considérons un point M de la surface. Le rayon qui joint le point M au centre O de la surface coupe celle-ci en un second point M'. Nous poserons

$$\overline{\mathrm{OM}}^2 = \beta, \quad \overline{\mathrm{OM'}}^2 = \alpha'.$$

» Désignons de même par α et β' les carrés des distances du centre au plan tangent en M et au plan tangent parallèle. Ces quatre variables seront liées par les deux relations contenues dans l'identité

$$(5)\qquad \left\{\begin{aligned} & x(x-\beta)(x-\beta')-(x-a)(x-b)(x-c) \\ & \quad = \frac{abc}{\alpha\alpha'}(x-\alpha)(x-\alpha'), \end{aligned}\right.$$

qui doit avoir lieu pour toutes les valeurs de x.

» Cela posé, on aura, pour un point quelconque de la surface des ondes, les valeurs de x, y, z, p, q, r que l'on déduirait des formules suivantes :

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned} x &= \mathrm{C}\left(\frac{a-\alpha}{\alpha}\right)^{m_1}\left(\frac{a-\alpha'}{\alpha'}\right)^{m_2}(a-\beta)^{n_1}(a-\beta')^{n_2}, \\ y &= \mathrm{C'}\left(\frac{b-\alpha}{\alpha}\right)^{m_1}\left(\frac{b-\alpha'}{\alpha'}\right)^{m_2}(b-\beta)^{n_1}(b-\beta')^{n_2}, \\ z &= \mathrm{C''}\left(\frac{c-\alpha}{\alpha}\right)^{m_1}\left(\frac{c-\alpha'}{\alpha'}\right)^{m_2}(c-\beta)^{n_1}(c-\beta')^{n_2}, \end{aligned}\right.$$

en y faisant

$$m_1 = n_2 = 0, \quad m_2 = n_1 = \tfrac{1}{2},$$

et en disposant convenablement des constantes C, C', C''.

» Je vais considérer d'une manière générale les surfaces définies par les formules (6). On a, pour elles,

$$(7)\qquad \left\{\begin{aligned} p &= \frac{1}{\mathrm{C}(a-b)(a-c)}\left(\frac{a-\alpha}{\alpha}\right)^{-m_1}\left(\frac{a-\alpha'}{\alpha'}\right)^{-m_2}(a-\beta)^{1-n_1}(a-\beta')^{1-n_2}, \\ q &= \frac{1}{\mathrm{C'}(b-a)(b-c)}\left(\frac{b-\alpha}{\alpha}\right)^{-m_1}\left(\frac{b-\alpha'}{\alpha'}\right)^{-m_2}(b-\beta)^{1-n_1}(b-\beta')^{1-n_2}, \\ r &= \frac{1}{\mathrm{C''}(c-a)(c-a)}\left(\frac{c-\alpha}{\alpha}\right)^{-m_1}\left(\frac{c-\alpha'}{\alpha'}\right)^{-m_2}(c-\beta)^{1-n_1}(c-\beta')^{1-n_2}. \end{aligned}\right.$$

» On peut ici appliquer la formule (3) et écrire l'équation différentielle

des lignes asymptotiques. On est ainsi conduit au résultat très simple que voici :

» *Toutes les fois que les exposants seront liés par la relation*

$$m_1 + n_1 + m_2 + n_2 = 1, \tag{8}$$

l'équation différentielle des lignes asymptotiques sera

$$\frac{d\beta^2}{(\beta - a)(\beta - b)(\beta - c)} = \frac{d\beta'^2}{(\beta' - a)(\beta' - b)(\beta' - c)}, \tag{9}$$

et par conséquent ces lignes seront définies par une relation algébrique, dont la forme est bien connue, entre β *et* β'.

» Les exposants dans le cas de la surface des ondes satisfaisant à la relation (8), le résultat précédent comprend celui que l'on connaît relativement à cette surface.

» L'intégration de l'équation (9) conduit au théorème suivant, qui remplace tous les calculs :

» *Considérons chacun des complexes de Chasles, qui sont formés des droites coupant les trois plans coordonnés et le plan de l'infini en quatre points de rapport anharmonique constant. Le lieu des points de la surface où le cône du complexe est tangent à cette surface est une ligne asymptotique.* Quand on fera varier la valeur du rapport anharmonique constant, on aura une infinité de complexes qui donneront toutes les lignes asymptotiques.

» Il m'a paru intéressant de chercher toutes les surfaces jouissant de la propriété exprimée par le théorème précédent. On trouve d'abord les surfaces tétraédrales de Lamé qui sont définies par l'équation

$$\left(\frac{x}{a}\right)^m + \left(\frac{y}{b}\right)^m + \left(\frac{z}{c}\right)^m = 1.$$

Leurs lignes asymptotiques ont été déjà déterminées par M. Lie, et elles jouissent de cette propriété particulière que les tangentes à chacune d'elles appartiennent toutes à un même complexe de Chasles (qui varie quand on passe d'une ligne à l'autre).

» Les autres surfaces satisfont à l'équation aux dérivées partielles

$$xyz(rt - s^2) + pq(z - px - qy) = 0 \tag{10}$$

que l'on peut interpréter comme il suit.

» Désignons par N_x, N_y, N_z les portions de la normale à la surface, comprises entre le pied M de cette normale et les plans coordonnés. Soient

R, R' les rayons de courbure principaux et P la distance de l'origine O au plan tangent en M. L'équation (10) est équivalente à la relation

$$RR = \frac{N_x N_y N_z}{P},$$

qui donne la courbure totale et s'applique en particulier à la surface des ondes.

» La formule suivante, tout aussi simple, mais convenant seulement à cette dernière surface, fait connaître la somme des rayons de courbure. On a

$$R + R' = N_x + N_y + N_z - \frac{\overline{OM}^2}{P}. »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les courbes de genre un.* Note de M **Humbert**, présentée par M. Jordan.

« V. *La courbe* $\Delta = 0$ *passe par les points doubles de* S, car, α et β étant les valeurs du paramètre correspondant à un tel point, on a

$$\frac{x_i(\beta)}{x_i(\alpha)} = \lambda.$$

» Les relations (6) montrent qu'en posant $m(t) = m[x_i(t)]$, les $(n-3)$ fonctions

$$\varphi_j(t) = m_j(\alpha) y_4(t) + \ldots + q_j(\alpha) y_n(t), \quad j = 1, 2, \ldots, n-3$$

satisfont à

$$\frac{\varphi(\beta)}{\varphi(\alpha)} = \lambda.$$

» Les $(n-3)$ fonctions

$$\mathcal{F}_j(t) = \varphi_j(t) x_1(\alpha) - x_1(t) \varphi_j(\alpha), \quad j = 1, 2, \ldots, n-3$$

et les deux fonctions

$$x_2(t) x_1(\alpha) - x_1(t) x_2(\alpha), \quad x_3(t) x_1(\alpha) - x_1(t) x_3(\alpha)$$

admettent donc les zéros α et β ; il existe donc entre elles une relation linéaire et homogène (2°), d'où l'on conclut

$$0 = \begin{vmatrix} m_1(\alpha) & \ldots & q_1(\alpha) \\ \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots \\ m_{n-3}(\alpha) & \ldots & q_{n-3}(\alpha) \end{vmatrix},$$

c'est-à-dire, comme on le voit aisément, $\Delta(\alpha) = 0$.

» En général, la courbe $\Delta = 0$ a un point multiple d'ordre $p - 1$ en tout point multiple d'ordre p de S; on verra plus tard que S est de genre un; donc :

» *La courbe* $\Delta = 0$ *est la courbe de degré* $(n-3)$ *qui passe par les* $\frac{1}{2}n(n-3)$ *points doubles de* S; plus généralement, *c'est la courbe adjointe de* S *de degré* $n-3$.

» On démontre enfin que :

» *Si* $\Delta(x_i)$ *est identiquement nul, la courbe* S *est de degré inférieur à* n.

» VI. Supposons que Δ soit identiquement nul. Il reste nul quand on remplace x_1, x_2, x_3 par des fonctions linéaires et homogènes de x'_1, x'_2, x'_3, les x' étant définis par

$$(7) \qquad x'_i = \lambda_i x_1 + \mu_i x_2 + \nu_i x_3, \quad (i = 1, 2, 3)$$

et le déterminant de la substitution étant différent de zéro. On peut choisir les constantes λ_i, μ_i, ν_i qui sont quelconques, de façon que x'_1 et x'_2 s'annulent pour $t = \alpha$.

$$(8) \qquad 0 = \lambda_i x_1(\alpha) + \mu_i x_2(\alpha) + \nu_i x_3(\alpha), \quad (i = 2, 3).$$

» Si Δ est identiquement nul, on démontre qu'on peut, en combinant linéairement les équations (4), former une relation telle que

$$(9) \qquad \left\{ \begin{aligned} & x'_2(ay_4 + \ldots + ly_n) + x'_3(a'y_4 + \ldots + l'y_n) \\ & = A_1 x'^2_1 + 2B_1 x'_2 x'_3 + A_2 x'^2_2 + \ldots. \end{aligned} \right.$$

» Faisant $t = \alpha$, il vient

$$A_1 x'^2_1(\alpha) = 0.$$

» Si $x'_1(\alpha)$ est nul, les relations (7) montrent qu'on a

$$x_1(\alpha) = x_2(\alpha) = x_3(\alpha) = 0,$$

ce qui est impossible, puisque α est quelconque.

» Donc $A_1 = 0$ et l'équation (9) devient

$$\begin{aligned} & x'_2(a_1 x'_1 + a_2 x'_2 + a_3 x'_3 + a_4 y_4 + \ldots + a_n y_n) \\ & = x'_3(a'_1 x'_1 + a'_3 x'_3 + \ldots + a'_n y_n). \end{aligned}$$

» Si x'_2 et x'_3 n'ont que le zéro commun $t = \alpha$, les $n - 1$ autres zéros de x'_3 annulent la fonction $a_1 x'_1 + \ldots$, et, comme cette fonction a dans le parallélogramme ω, $n\omega'$, n zéros de même somme que ceux de x'_3 (1°), elle aura aussi le zéro $t = \alpha$ et sera identique à x'_3, à un facteur constant

près (2°). En raisonnant de même pour x'_2, on voit que l'équation précédente se réduit à

$$a_3 x'_2 x'_3 = 0,$$

ce qui exige qu'on ait $a_3 = 0$. On arrive ainsi à former une identité en combinant linéairement les équations (4), ce qui est impossible (3°).

» x'_2 et x'_3 ont donc d'autres zéros communs que α. Soit β l'un d'eux :

$$\lambda_i x_1(\beta) + \mu_i x_2(\beta) + \nu_i x_3(\beta) = 0, \quad (i = 2, 3).$$

» D'où résultent, puisque λ_i, μ_i, ν_i ne sont liés que par les relations (8), les équations

$$\frac{x_1(\beta)}{x_1(\alpha)} = \frac{x_2(\beta)}{x_2(\alpha)} = \frac{x_3(\beta)}{x_3(\alpha)};$$

β sera fonction de α, à moins qu'on n'ait

$$x_1(\beta) = x_2(\beta) = x_3(\beta) = 0.$$

» Ainsi Δ ne peut être identiquement nul que dans deux cas :

» 1° x_1, x_2, x_3 ont des zéros communs ;

» 2° x_1, x_2, x_3 peuvent avoir des zéros communs, mais de plus, étant posé :

$$X = \frac{x_2}{x_1}, \quad Y = \frac{x_3}{x_1},$$

les équations

$$(10) \qquad \begin{cases} X(u) - X(t) = 0, \\ Y(u) - Y(t) = 0 \end{cases}$$

ont en u d'autres solutions communes que les solutions

$$u = t + h\omega + nh'\omega' \quad (h \text{ et } h' \text{ étant des entiers quelconques}).$$

» VII. Si x_1, x_2, x_3 ont k zéros communs, sans que les équations (10) aient en u d'autres solutions communes que celles indiquées, on démontre que :

» *La courbe S' décrite par le point* (x_1, x_2, x_3) *est de degré* $n - k$, *et toute fonction linéaire et homogène de* $P_1, \ldots, P_n$ *s'exprime rationnellement en fonction de* $x_1(t)$, $x_2(t)$, $x_3(t)$.

» *Genre de* S. — En particulier, si $k = n - 3$, la courbe S' est une cubique sans point double. Soient X_1, X_2, X_3 les coordonnées des points d'une telle cubique ; x_1, x_2, x_3 les coordonnées des points d'une courbe S, de degré n, mises sous la forme (3), Δ étant différent de zéro. On a, par

ce qui précède,

$$X_i = \text{fonction rationnelle de } x_1, x_2, x_3,$$
$$x_i = \text{fonction rationnelle de } X_1, X_2, X_3,$$
$$i = 1, 2, 3.$$

» Les deux courbes S et S' sont donc de même genre, et par suite S *est de genre un.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de deux variables indépendantes, restant invariables par les substitutions d'un groupe discontinu.* Note de M. E. **Picard**, présentée par M. Hermite.

« Dans une Communication précédente (voir les *Comptes rendus* du 15 octobre 1883), nous avons obtenu une classe de groupes discontinus de substitutions linéaires entre les deux variables complexes indépendantes ξ et η. Soit

$$(\sigma) \qquad \left(\xi, \eta, \frac{A\xi + A'\eta + A''}{C\xi + C'\eta + C''}, \frac{B\xi + B'\eta + B''}{C\xi + C'\eta + C''}\right)$$

une substitution quelconque d'un de ces groupes G. On peut obtenir des fonctions uniformes et continues des variables complexes ξ et η, $\Theta(\xi, \eta)$, définies dans le domaine S que détermine l'inégalité $\xi\xi_0 + \eta\eta_0 < 1$, et telles que, pour toute substitution (σ) du groupe, on ait

$$\Theta\left(\frac{A\xi + A'\eta + A''}{C\xi + C'\eta + C''}, \frac{B\xi + B'\eta + B''}{C\xi + C'\eta + C''}\right) = (C\xi + C'\eta + C'')^{3m}\Theta(\xi, \eta),$$

m étant un entier plus grand que un (*Acta math.*, t. I).

» Au groupe G correspond dans S un domaine δ, tel qu'à tout *point* de S correspond dans δ un *point* et un seul par une substitution du groupe. Le domaine δ a un ou plusieurs points communs avec la limite de S. Il est essentiel d'étudier la forme de la fonction Θ dans le voisinage d'un tel point.

» Pour simplifier, je vais indiquer les résultats pour un groupe particulier : des considérations analogues sont applicables au groupe dérivé d'une forme quadratique ternaire quelconque à indéterminées conjuguées. Prenons la forme

$$F = yy_0 + xz_0 + x_0 z.$$

Le groupe G correspondant admet *six* substitutions fondamentales, et le domaine δ que je vais considérer a un point commun $(\xi = 0, \eta = -1)$

avec la surface de S. J'écris seulement les trois substitutions fondamentales laissant invariables le point ($\xi = 0$, $\eta = -1$). En posant $u = \frac{\xi}{\eta+1}$, $v = \frac{1}{\eta+1}$, ces trois substitutions donnent pour u et v les substitutions correspondantes

$$\left(u,\ v,\ u,\ v + \frac{i}{2}\right),$$
$$\left(u,\ v,\ u + \frac{1-i}{\sqrt{2}},\ v + \frac{1+i}{\sqrt{2}}u + \frac{1}{2}\right),$$
$$\left(u,\ v,\ u + \frac{1+i}{\sqrt{2}},\ v + \frac{1-i}{\sqrt{2}}u + \frac{1}{2}\right).$$

» Nous voulons étudier la forme de la fonction $\Theta(\xi, \eta)$ dans le voisinage des valeurs $\xi = 0$, $\eta = -1$. J'établis, à cet effet, la proposition suivante :

» *Dans le voisinage de ce point et, bien entendu, à l'intérieur de* S, *la fonction peut se mettre sous la forme*

$$\Theta(\xi, \eta) = v^{3m}[\theta_1(u)e^{-4\pi v} + \theta_2(u)e^{-8\pi v} + \ldots + \theta_n(u)e^{-4n\pi v} + \ldots]$$

ou, comme plus haut,

$$u = \frac{\xi}{\eta+1}, \quad v = \frac{1}{\eta+1}.$$

» Les fonctions θ sont des fonctions holomorphes de u et se reproduisent multipliées par une exponentielle quand on change u successivement en $u + \frac{1-i}{\sqrt{2}}$ et $u + \frac{1+i}{\sqrt{2}}$. Ainsi l'on a

$$\theta_n\left(u + \frac{1-i}{\sqrt{2}}\right) = e^{4n\pi\left(\frac{1+i}{\sqrt{2}}\right)u + \frac{1}{2}}\theta_n(u),$$
$$\theta_n\left(u + \frac{1+i}{\sqrt{2}}\right) = e^{4n\pi\left(\frac{1-i}{\sqrt{2}}\right)u + \frac{1}{2}}\theta_n(u).$$

» On forme des fonctions $F(\xi, \eta)$ restant invariables par les substitutions de G en faisant le quotient de deux fonctions Θ; on aura, par suite, dans le voisinage de $\xi = 0$, $\eta = -1$,

$$F(\xi, \eta) = \frac{\theta_1(u) + \theta_2(u)e^{-4\pi v} + \ldots}{\vartheta_1(u) + \vartheta_2(u)e^{-4\pi v} + \ldots},$$

et l'on en conclut que, pour $\xi = 0$, $\eta = -1$, on a

$$F = \frac{\theta_1(u)}{\vartheta_1(u)}.$$

F sera donc, pour ces valeurs, une *fonction doublement périodique* de la limite arbitraire u du quotient $\frac{\xi}{\eta+1}$.

» Ces résultats obtenus, on établit alors aisément qu'entre trois fonctions F existe une relation algébrique; de plus, étant données deux fonctions de cette nature F et Φ, on peut former trois équations linéaires aux dérivées partielles, ayant trois solutions communes linéairement indépendantes

$$r = ap + bq + cz, \quad s = a_1 p + b_1 q + c_1 z, \quad t = a_2 p + b_2 q + c_2 z,$$

où les a, b, c sont des fonctions algébriques des variables indépendantes x et y, et telles qu'en prenant trois solutions convenables z_1, z_2, z_3, les équations $\frac{z_2}{z_1} = \xi$, $\frac{z_3}{z_1} = \eta$, résolues par rapport à x et y, donnent précisément $x = F(\xi, \eta)$, $y = \Phi(\xi, \eta)$.

» Je ferai maintenant une remarque applicable à tous les groupes discontinus de deux variables indépendantes, analogues à G. A chaque groupe fuchsien correspond, comme on sait, d'après M. Poincaré, un nombre p qu'il appelle le *genre du groupe*. A chaque groupe discontinu dans le cas de deux variables vont correspondre non plus un, mais *trois nombres* p_1, p_2, p_3 dont nous allons rapidement indiquer la définition. Soit δ un domaine fondamental du groupe; ce domaine à quatre dimensions est limité par certains espaces à trois dimensions, dont les points se correspondent respectivement deux à deux par les substitutions fondamentales du groupe, et devront, dans ce qui va suivre, être considérés comme confondus. Nous dirons qu'un espace à m dimensions $(m < 4)$ contenu dans δ est *fermé*, quand les points où cet espace rencontre la limite de δ se correspondent deux à deux par une substitution fondamentale du groupe; de plus, un ou plusieurs espaces fermés à m dimensions constitueront le contour d'un espace à $(m+1)$ dimensions contenu dans δ, quand, par ces espaces à m dimensions, on pourra faire passer un espace fermé à $(m+1)$ dimensions dont ils limiteront une partie.

» Ceci posé, si l'on peut imaginer dans δ un nombre p_m d'espaces fermés à m dimensions qui ne puissent pas constituer le contour d'un espace fermé à $(m+1)$ dimensions contenu dans δ, mais tel que tout autre espace fermé à m dimensions puisse constituer avec une partie d'entre eux ou avec tous le contour d'un espace fermé à $(m+1)$ dimensions contenu dans δ, nous dirons que le domaine δ a une connexion de $m^{\text{ième}}$ espèce d'ordre

$p_m + 1$. Nous avons à faire successivement $m = 1, 2, 3$, ce qui nous donne *trois nombres* p_1, p_2, p_3 *correspondant au groupe*. Nous nous sommes placés ici, sauf les circonstances particulières à la nature du domaine δ, au même point de vue que M. Betti dans son Mémoire sur la connexité dans les espèces à n dimensions (*Annali di Matematica*, 2e série, t. II). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le genre d'une relation algébrique entre deux fonctions uniformes d'un point analytique* (x, y). Note de M. **E. Goursat**, présentée par M. Hermite.

« Dans un Mémoire récent (*Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, avril 1883), M. Picard, généralisant des recherches antérieures, a montré que si deux fonctions $x = P(z)$, $y = Q(z)$, uniformes dans tout le plan, ayant des pôles en nombre quelconque et un nombre fini de points singuliers essentiels, sont liées par une relation algébrique, *le genre de cette relation doit être zéro ou l'unité*. Cette proposition est susceptible d'une extension que je me propose d'indiquer ici. Étant donnée une relation algébrique $f(x, y) = 0$ de degré m et de genre p, et u, v deux fonctions uniformes du point analytique (x, y), liées par une relation algébrique $F(u, v) = 0$, de genre q, on peut se proposer de rechercher dans quels cas le nombre q peut être supérieur à p. Si u et v n'admettent d'autres points singuliers que des pôles, le nombre q ne peut être supérieur à p. En effet, u et v seront, comme il est bien connu, des fonctions rationnelles de x et de y, et l'on voit alors qu'à toute intégrale abélienne de première espèce de la relation $F(u, v) = 0$ correspond une intégrale abélienne de première espèce de la courbe $f(x, y) = 0$; ce qui suffit à prouver que l'on ne peut avoir $q > p$. Il est de plus aisé de reconnaître que, si la courbe $f(x, y) = 0$ ne satisfait pas à certaines conditions particulières, le nombre q ne peut avoir d'autres valeurs que 0 ou p. Cette question est liée à la réduction du nombre des périodes, et je me propose d'y revenir dans une autre circonstance.

» Supposons, en second lieu, que les fonctions u et v, admettant des pôles en nombre quelconque, aient un nombre fini de points singuliers essentiels. Dans ce cas, le théorème de M. Picard subsiste encore, et le genre de la relation $F(u, v) = 0$ ne peut être que zéro ou l'unité. Si, en effet, on se reporte à la démonstration de M. Picard, on voit bien aisément que ce théorème, envisagé dans toute sa généralité, peut s'énoncer ainsi : *Etant données deux fonctions* $u = P(z)$, $v = Q(z)$ *uniformes dans le voisinage d'un*

point singulier essentiel $z = a$, *telles qu'elles n'aient pas une infinité d'autres points singuliers essentiels dans le voisinage de ce point, si ces fonctions sont liées par une relation algébrique, le genre de cette relation doit être zéro ou l'unité.* Ceci posé, si les fonctions u et v admettent pour point singulier essentiel (a, b) et si pour $x = a$, n valeurs de y deviennent égales à b, u et v sont dans le voisinage des fonctions uniformes de $(x - a)^{\frac{1}{n}}$. Donc, d'après le théorème général, le genre de la relation $F(u, v) = 0$ ne pourra être que zéro ou l'unité. On voit que, sous les restrictions admises, le genre de la relation algébrique ne peut s'élever que dans le cas de $p = 0$; ce qui est le cas considéré par M. Picard.

» Voici comment on pourra obtenir les expressions générales de deux fonctions uniformes du point analytique (x, y), ayant n points singuliers essentiels et liées par la relation algébrique

$$F(u, v) = 0,$$

qui sera de genre zéro ou de genre un. Dans le premier cas, on pourra exprimer u et v rationnellement en fonction d'un paramètre λ, et cela de telle façon qu'à un système de valeurs de u et de v ne corresponde en général qu'une valeur de λ. On aura alors

$$u = F_1(\lambda), \quad v = F_2(\lambda), \quad \lambda = \psi(u, v),$$

F_1, F_2, ψ désignant des fonctions rationnelles. En remplaçant u et v par leurs valeurs, λ devient une fonction uniforme du point analytique (x, y) ayant n points singuliers essentiels (a_1, b_1), (a_2, b_2), ..., (a_n, b_n); soit $R(x, y)$ cette fonction. Les expressions de u et de v deviennent

$$u = F_1[R(x, y)], \quad v = F_2[R(x, y)].$$

» Pour l'expression de $R(x, y)$ je renverrai au Mémoire de M. Appell (*Acta mathematica*, t. I, p. 109 et suivantes).

» Supposons maintenant que le genre de la relation algébrique $F(u, v) = 0$ soit égal à l'unité. Soient Ω l'intégrale abélienne de première espèce relative à cette courbe et ω, ω' ses deux périodes. Quand on remplace u et v par leurs valeurs, Ω devient une fonction du point analytique (x, y), $\Omega(x, y)$ jouissant des propriétés suivantes. Elle est uniforme et continue dans le voisinage de tout point de la surface de Riemann correspondante, sauf dans le voisinage des n points (a_1, b_1), (a_2, b_2), ..., (a_n, b_n); en chaque point analytique (x, y), elle admet une infinité de déterminations toutes com-

prises dans la formule

$$\Omega(x, y) + m\omega + m'\omega',$$

où m et m' sont des nombres entiers. L'expression générale d'une telle fonction s'obtient comme il suit. Supposons que l'équation $f(x, y) = 0$ de degré m contienne un terme en y^m et que les m valeurs du rapport $\frac{y}{x}$ pour $x = \infty$ soient distinctes et finies.

» Supposons, en outre, que les n points analytiques $(a_1, b_1), \ldots, (a_n, b_n)$ soient distincts des points critiques et des m points analytiques éloignés indéfiniment. Soient, d'après les notations habituelles,

$$u^{(i)}(x, y), \quad (i = 1, 2, \ldots, p), \quad \prod_{\xi', \eta'}^{\xi, \eta}, \quad Z(\xi, \eta)$$

les intégrales normales de première, de deuxième et de troisième espèce relatives à la courbe $f(x, y) = 0$. On aura

$$\Omega(x, y) = \sum_{k=1}^{k=n} \sum_{\nu=1}^{\nu=\infty} \frac{A_\nu^{(k)}}{1.2\ldots(\nu-1)} Z^{(\nu-1)}(a_k, b_k) + \sum_{i=1}^{i=p} B_i u^{(i)}(x, y)$$
$$+ C_1 \prod_{a_2, b_2}^{a_1, b_1} + (C_1 + C_2) \prod_{a_3, b_3}^{a_2, b_2} + \ldots$$
$$+ (C_1 + C_2 + \ldots + C_{n-1}) \prod_{a_n, b_n}^{a_{n-1}, b_{n-1}} + \Omega(x_0, y_0),$$

les constantes A, B, C étant assujetties à vérifier $2p + n - 1$ relations linéaires qui expriment que la valeur finale de $\Omega(x, y)$, après que la variable a décrit un cycle ou un contour fermé autour de l'un des points singuliers essentiels, est de la forme $\Omega(x, y) + m\omega + m'\omega'$, où m et m' sont des nombres entiers. D'un autre côté, on sait que u et v s'expriment par des fonctions doublement périodiques de Ω, à discontinuités polaires. En y remplaçant Ω par la valeur précédente, on aura les expressions générales demandées. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème de la théorie d'élimination.* Note de M. **Cyparissos Stéphanos**, présentée par M. Jordan.

« **1.** Dans la présente Communication, je me propose d'indiquer certains résultats relatifs au problème d'Algèbre suivant :

» *Étant données trois formes binaires* α, β, γ, *dont les ordres* l, m, n *ont pour somme un nombre impair* $2p+1$ *et sont, de plus, tels qu'aucune des différences*

$$l' = p - l, \quad m' = p - m, \quad n' = p - n$$

ne soit négative, déterminer trois autres formes binaires L, M, N, *dont les ordres soient respectivement égaux à* l', m', n', *de telle manière qu'on ait*

$$L\alpha + M\beta + N\gamma = 0.$$

» **2.** Ce problème, si l'on ne veut envisager que les rapports mutuels des coefficients des formes L, M, N, n'admet, en général, qu'une seule solution. Il n'est même aucunement difficile d'obtenir les expressions des formes L, M, N, sous forme de déterminants. Il convient pourtant de faire ressortir que le calcul de ces formes peut être ramené à la détermination d'une forme binaire unique Δ, d'ordre $p-1$, définie par les relations

$$(\Delta, \alpha)_l = 0, \quad (\Delta, \beta)_m = 0, \quad (\Delta, \gamma)_n = 0.$$

» En effet, si l'on pose

$$\alpha = \alpha_x^l, \quad \beta = \beta_x^m, \quad \gamma = \gamma_x^n,$$

et que l'on désigne par λ, μ, ν les formes

$$\begin{aligned} \lambda &= \lambda_y^{p-1} = \beta_y^{n'} \gamma_y^{m'} [\beta_x^{l'+1} \gamma_y^{l'+1} - \beta_y^{l'+1} \gamma_x^{l'+1}] : (xy), \\ \mu &= \mu_y^{p-1} = \gamma_y^{l'} \alpha_y^{n'} [\gamma_x^{m'+1} \alpha_y^{m'+1} - \gamma_y^{m'+1} \alpha_x^{m'+1}] : (xy), \\ \nu &= \nu_y^{p-1} = \alpha_y^{m'} \beta_y^{l'} [\alpha_x^{n'+1} \beta_y^{n'+1} - \alpha_y^{n'+1} \beta_x^{n'+1}] : (xy), \end{aligned}$$

on devra avoir

$$L = (\Delta, \lambda)_{p-1}, \quad M = (\Delta, \mu)_{p-1}, \quad N = (\Delta, \nu)_{p-1} \text{ (1)}.$$

» **3.** Le cas où un des nombres l', m', n' est nul est particulièrement intéressant. Soit, par exemple, $l' = 0 \quad (p = l)$.

» Dans ce cas, la forme Δ est indépendante de α et son évanouissement constitue la condition nécessaire et suffisante pour que les deux formes β et γ admettent un facteur quadratique commun (2).

(1) Cela tient à ce que les formes λ, μ, ν sont telles qu'on a

$$\lambda\alpha(x) + \mu\beta(x) + \nu\gamma(x) = \lambda'\alpha(y) + \mu'\beta(y) + \nu'\gamma(y),$$

λ', μ', ν' désignant des formes d'ordres respectifs $l'-1$, $m'-1$, $n'-1$, en y_1, y_2.

(2) La forme Δ coïncide, dans ce cas, avec la forme Θ considérée par M. Gordan dans son travail sur les résultants (*Mathem. Annalen*, t. III, p. 355 et suiv.; 1871).

» La forme L est également indépendante de α, dans ce cas, et coïncide avec le résultant

$$R = (\Delta, \lambda)_{p-1}, \quad \text{où} \quad \lambda = (\beta\gamma)\beta_y^{m-1}\gamma_y^{m-1},$$

des deux formes β et γ.

» Il est aussi à remarquer que la détermination des deux formes M et N fournit, dans ce cas, la solution d'un problème intéressant relatif à la décomposition de $\frac{\alpha}{\beta\gamma}$ en fractions simples.

» De ce que les deux formes M et N ne contiennent, dans le cas actuel, les coefficients de α qu'au premier degré, découle la propriété suivante :

» Soient M' et N' ce que deviennent les deux formes M et N, lorsqu'on y remplace les coefficients α_i de la forme $\alpha = \sum \binom{l}{i} \alpha_i x_1^{l-j} x_2^i$ par

$$\frac{(k-p)!}{k!} \frac{\partial^p \alpha'}{\partial^{p-i} t^i x_1 \partial^i x_2},$$

α' désignant une forme binaire de degré $k > p$. L'expression générale des formes $S = S_x^{k-m}$ et $T = T_x^{k-n}$, satisfaisant à la relation

$$R\alpha' + S\beta + T\gamma = 0,$$

où R désigne le résultant des deux formes β et γ, est

$$S = M' + \varkappa\gamma, \quad T = N' - \varkappa\beta,$$

$\varkappa$ désignant une forme arbitraire de degré $k - p - 1$.

» 4. Dans le cas où l'on a

$$\alpha = \alpha_x^{2q+1}, \quad \beta = \frac{1}{m+1} \frac{\partial f}{\partial x_1}, \quad \gamma = \frac{1}{m+1} \frac{\partial f}{\partial x_2}, \quad (f = a_x^{m+1}),$$

le problème du n° 1 se transforme en celui-ci :

» *Étant données deux formes $\alpha = \alpha_x^{2q+1}$ et $f = a_x^{m+1}$ (où $q \leqq m-1$), déterminer trois formes r, s, t, d'ordres respectifs $m - q - 1$, $q + 1$, $q - 1$, qui soient telles qu'on ait*

$$\alpha r + (f, s)_1 + ft = 0.$$

» La forme $\Delta = \Delta_x^{q+m-1}$ est définie, dans ce cas, par les relations

$$(\Delta, \alpha)_{2q+1} = 0, \quad (\Delta, f)_m = 0, \quad (\Delta, f)_{m+1} = 0.$$

Maintenant, si l'on pose

$$f = a_x^{m+1} = b_x^{m+1}$$

et

$$\rho = \rho_y^{q+m-1} = \tfrac{1}{2}(ab)a_y^q b_y^q[a_x^{m-q} b_y^{m-q} - a_y^{m-q} b_x^{m-q}]:(xy),$$
$$\sigma = \sigma_y^{q+m-1} = a_x a_y^{m-q-1} \alpha_y^q[a_x^{q+1} \alpha_y^{q+1} - a_y^{q+1} \alpha_x^{q+1}]:(xy),$$
$$\tau = \tau_x^{q+m-1} = \left\{(a\alpha)a_y^m \alpha_x^q \alpha_y^q - \frac{\alpha_y^{m-q} \alpha_y^q [a_x^{q+1} \alpha_y^{q+1} - a_y^{q+1} \alpha_x^{q+1}]}{(q+1)(xy)}\right\}:(xy),$$

on aura

$$r = (\Delta, \rho)_{q+m-1}, \quad s = (\Delta, \sigma)_{q+m-1}, \quad t = (\Delta, \tau)_{q+m-1}.$$

» Ici encore les formules relatives au cas où $q = m - 1$ sont susceptibles d'une extension remarquable dont nous aurons à nous occuper dans une prochaine occasion.

» 5. On peut enfin considérer le cas où les trois formes α, β, γ sont proportionnelles aux dérivées secondes

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2}, \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2}, \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2},$$

d'une forme f de degré $m + 1 - 2q + 3$. Dans ce cas, le problème du n° **1** donne la solution de la question suivante :

» *Etant donnée une forme f, de degré $m + 1 = 2q + 3$, déterminer trois formes r, s, t, de degrés respectifs $q + 2$, q, $q - 2$, qui soient telles qu'on ait*

$$(f, r)_2 + (f, s)_1 + ft = 0.$$

» Ne pouvant pas transcrire ici les formules, un peu plus compliquées que celles du numéro précédent, relatives à ce cas, je me bornerai à faire remarquer que la forme $\Delta = \Delta_x^{3q}$ est définie, dans ce cas, par les relations

$$(\Delta, f)_{m-1} = 0, \quad (\Delta, f)_m = 0, \quad (\Delta, f)_{m+1} = 0. \text{ »}$$

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les pyromètres à circulation d'eau.* Note de M. **E.-H. Amagat**.

« On sait, depuis les recherches classiques de H. Sainte-Claire Deville sur la dissociation, que si, dans un tube métallique à minces parois porté à très haute température, on fait passer un courant d'eau, celle-ci ne s'échauffe que de quelques degrés, même pour une vitesse assez modérée du courant. J'ai pensé, il y a plusieurs années déjà, que l'échauffement de l'eau dans ces conditions pourrait servir à mesurer les hautes températures, et j'ai construit sur cette donnée un pyromètre qui m'a fourni d'excellents résultats.

» Jusqu'ici je n'ai fait aucune Communication à l'Académie sur ce sujet; mais, à la suite d'expériences concluantes qui viennent d'être faites à la Manufacture de porcelaine de Sèvres, au moyen d'un instrument tout à fait analogue, je crois utile d'abord de faire connaître l'instrument, à cause des services qu'il peut rendre à l'industrie, ensuite de préciser d'une façon exacte la question de priorité qui s'y rattache.

» Mes expériences datent de 1880; j'ai fait breveter l'appareil en février 1882, sous la dénomination de *pyromètre différentiel;* au moment où je terminais mes essais, j'ai appris que M. Violle avait eu la même idée que moi et avait fait sur ce sujet des expériences suivies, dont il n'a pas cru devoir faire connaître les résultats. Enfin j'ai su depuis que, au moment où je commençais mes recherches, M. de Saintignon venait de faire également breveter un pyromètre fondé sur le même principe.

» Dans l'appareil de M. de Saintignon, le courant d'eau traverse un simple tube de laiton, recourbé sur lui-même, et dont l'extrémité recourbée est introduite dans le milieu dont on doit mesurer la température, un four par exemple; deux thermomètres, dont le réservoir est placé dans deux petits renflements cylindriques soudés aux deux bouts du tube, donnent la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de l'appareil : on peut en conclure, au moyen d'une graduation convenable, la température du four. Réduit à cette extrême simplicité, l'appareil ne saurait donner des résultats extrêmement réguliers; il est évident, en effet, que l'échauffement de l'eau a lieu, non seulement dans la partie recourbée du tube qui devrait seule agir, mais encore dans ses parties rectilignes placées en grande partie dans l'épaisseur du mur.

» Pour localiser l'action, j'avais intercalé, à la place de la partie simplement recourbée, une spirale assez longue pour produire à elle seule la majeure partie de l'effet; enfin, dans les derniers appareils que j'ai fait construire, l'eau, après avoir communiqué sa température au thermomètre de sortie, traversait un long et étroit manchon métallique, enveloppant les parties rectilignes, dont l'échauffement devenait ainsi insignifiant et l'effet complètement négligeable; l'action du feu étant ainsi localisée exclusivement dans la spirale, l'instrument fonctionne avec une régularité parfaite, pourvu que l'eau conserve un niveau constant dans le réservoir qui la fournit, ce qui ne présente aucune difficulté. Les indications de l'instrument sont du reste presque instantanées : la moindre variation apportée dans la température du four est indiquée immédiatement au thermomètre de sortie.

» J'ajouterai que, au lieu de plonger immédiatement la spirale dans le

milieu à haute température, il est en général préférable de l'enfermer, ainsi que les parties rectilignes, dans une enveloppe assez réfractaire, qui devient du reste absolument indispensable quand l'appareil doit être plongé dans le combustible même ou dans un bain métallique en fusion; il n'y a lieu de la supprimer qu'aux températures auxquelles elle ne serait plus suffisamment réfractaire. Des appareils ainsi construits ont fonctionné pendant plusieurs mois dans mon laboratoire, jusque vers 1200°, avec une régularité souvent plus grande que celle des pyromètres à air juxtaposés dans le même four; ils avaient été réglés de façon qu'une température de 1000° produisît un échauffement de l'eau égal à 10°.

» Devant les résultats que j'ai obtenus, je n'hésite pas à affirmer que les instruments de ce genre peuvent rendre à l'industrie des services considérables.

» Le pyromètre universel de MM. Boulier, que M. Lauth a décrit récemment devant la Société chimique de Paris et qui a fonctionné avec succès à la Manufacture de Sèvres, ne diffère de celui que je viens de décrire qu'en ce que la spirale est remplacée par un simple tube et en ce que l'enveloppe est supprimée. »

PHYSIQUE. — *Sur un photomètre optique.* Note de M. **L. Simonoff**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Le principe de ce photomètre est connu. L'instrument a la forme d'une petite lunette à deux tirages, que l'on braque sur la source lumineuse dont on veut apprécier l'intensité. Il est composé de trois tubes rentrant l'un dans l'autre; à l'extrémité antérieure du second tube est placé un écran portant une série de chiffres lus par transparence; l'extrémité antérieure du premier tube est munie d'un porte-diaphragmes.

» Ayant braqué l'instrument sur une source lumineuse, on regarde l'écran par l'oculaire du troisième tube, et l'on diminue graduellement les diamètres des diaphragmes jusqu'au moment où l'on ne peut plus lire les chiffres : alors on s'arrête, on note le numéro du diaphragme. En examinant une autre source de lumière, on trouve de la même manière le diamètre d'un autre diaphragme, et ainsi de suite. Le rapport inverse des carrés des diamètres des diaphragmes donne le rapport des intensités lumineuses.

» Pour diffuser la lumière, une rondelle de verre opale est placée entre le porte-diaphragmes et l'écran.

» Pendant plus d'une année, je me suis servi de l'instrument pour mesurer l'intensité de la lumière diffuse du ciel; les chiffres obtenus ont toujours été conformes aux calculs de la formule connue de Bunsen et de Roscoë.

» Je l'ai appliqué avec succès à la Photographie, pour déterminer le temps de pose; enfin je le crois utile aux personnes qui ont besoin d'évaluer l'intensité d'une source lumineuse d'une manière facile et prompte. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la mesure des forces électromotrices.* Note de M. E. **Reynier**, présentée par M. Th. du Moncel.

« On sait que la force électromotrice des couples *à un seul électrolyte* (¹) est très variable : elle diminue par la fermeture du circuit et augmente par le repos de la pile; pour une même combinaison voltaïque, elle paraît plus élevée avec une électrode positive dont la surface est très grande relativement à celle de l'électrode négative. Aussi les forces électromotrices *apparentes* de ces couples changent-elles avec la construction de la pile, les circonstances des expériences et les méthodes de mesure employées.

» Parmi toutes les valeurs que peut prendre la force électromotrice d'un couple, il y en a deux qu'il faut connaître : la plus grande et la plus petite. Je crois avoir réussi à obtenir avec certitude la mesure de ces grandeurs extrêmes, au moyen des deux modèles de pile que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie. Chacun de ces deux modèles peut être monté avec divers liquides et des électrodes positives et négatives variées.

» Le *couple à maxima* (*fig.* 1) possède une électrode positive Cu, plissée et ajourée, développant une surface efficace de 30^{dq}, c'est-à-dire trois cents fois plus grande que celle de l'électrode négative. Celle-ci se compose d'un fil de 3^{mm} de diamètre, plongeant au centre du récipient; on peut la soulever hors du liquide et l'y maintenir, au moyen d'une vis de pression agissant sur le manchon dans lequel elle est guidée. Une pièce isolante B, fixée sur l'électrode, prévient toute dérivation par le couvercle et sert de butée quand on soulève le fil négatif pour mettre la pile au repos.

(¹) L'expression de « pile à un *seul* électrolyte », adoptée ici, a été proposée par le très regretté Alfred Niaudet, pour remplacer l'expression ancienne de *pile à un seul liquide*, dont le sens est trop général, car elle semble comprendre les couples à sels ou oxydes insolubles, qui sont des piles à deux électrolytes.

» Ce couple, dont la capacité est de 800^{cc}, a une résistance de $0^{ohm},2$ à 4 ohms, selon le liquide employé : valeur négligeable quand la résistance totale du circuit galvanométrique atteint plusieurs milliers d'ohms ; sa force électromotrice perd moins d'un centième de sa valeur par un travail de deux heures à l'intensité de *un milliampère*. On peut donc considérer la pile comme constante, pendant le peu de minutes nécessaires à une mesure de potentiel par les méthodes galvanométriques connues.

Fig. 1.

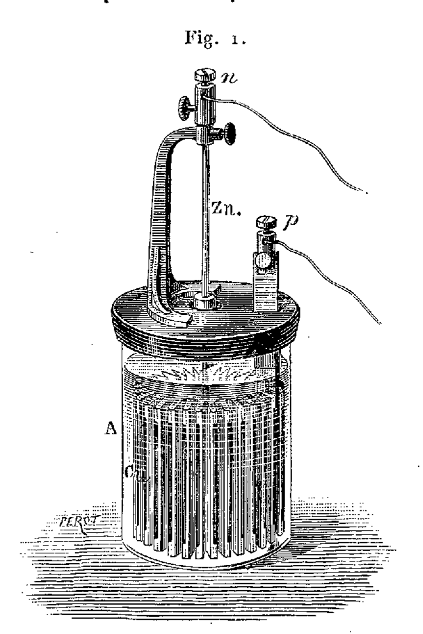
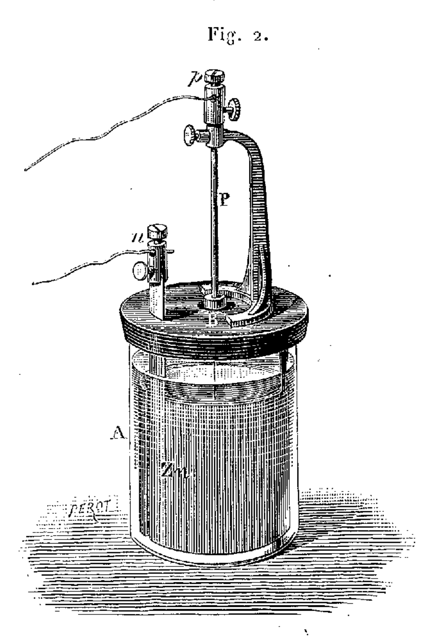


Fig. 2.



» Le *couple à minimum* (*fig.* 2) a les mêmes dimensions extérieures que le précédent ; mais c'est l'électrode négative qui possède ici la plus grande surface, 5^{dq} environ. L'électrode positive est un fil de $0^{mm},5$ de diamètre, dont la surface immergée a moins de 1^{cq}. Les résistances de cette pile sont à peu près les mêmes que celles du couple à maximum.

» Pour mesurer la force électromotrice minimum du couple, on met les deux fils qui vont au galvanomètre en communication avec les deux bornes d'une clef de court circuit ; on ferme la clef pendant plusieurs heures, puis on l'ouvre, et l'on fait aussitôt une mesure qui donne une valeur très approchée, sinon exacte, de la différence de potentiel cherchée. L'électrode positive de ce couple ayant une très petite surface, les produits d'oxydation formés par l'action de l'air ne s'élaborent qu'en faible quantité ; ils sont complètement réduits par la fermeture en court circuit et ne se reforment pas assez vite pour troubler sensiblement la mesure.

A l'ouverture de la clef, *le couple ne renferme point de corps autres que ceux contenus d'après sa définition*.

» Avec ces deux modèles de pile, j'ai mesuré les forces électromotrices maxima et minima d'un certain nombre de combinaisons voltaïques à un seul électrolyte. Voici le Tableau des chiffres obtenus :

Désignation des piles.			Forces électromotrices en volts.	
Liquides.	Électrode négative.	Électrode positive.	Maxima.	Minima.
	Zinc ordinaire	Iridium	»	0,270
	Zinc amalgamé	»	»	0,289
	Zinc ordinaire	Platine	»	0,5
	Zinc amalgamé	»	»	0,561
	Zinc ordinaire	Or	»	<0,156
	Zinc amalgamé	»	»	0,128
	Zinc ordinaire	Argent	»	<0,098
Eau acidulée sulfurique.	Zinc amalgamé	»	»	0,108
Eau.... .... 1000 vol	Zinc ordinaire	Charbon	»	0,04
Acide sulfurique mo-	Zinc amalgamé	»	»	0,226
nohydraté 2	Zinc ordinaire	Plomb	»	0,144
	Zinc amalgamé	»	»	0,152
	Zinc ordinaire	Cuivre	0,94	0,194
	Zinc amalgamé	»	1,072	0,272
	Zinc ordinaire	Fer	0,429	0,309
	Zinc amalgamé	»	0,476	0,323
	Zinc amalgamé	Zinc ordinaire	»	0,09
	Fer	Cuivre	0,49 à 0,51	»
	Zinc ordinaire	Iridium		0,052
	»	Platine		0,034
	»	Or		<0,028
	»	Charbon		<0,040
	»	Argent		0,043
Solution de chlorure de sodium.	»	Cuivre	0,78	0,025
Eau .... 1000 gr	Zinc amalgamé	»	0,82	»
Chlorure de sodium. 250	Zinc ordinaire	Fer	0,378	0,046
	Zinc amalgamé	»	0,469	»
	Zinc ordinaire	Plomb	0,503	0,044
	Zinc amalgamé	»	0,52	»
	Fer	Cuivre	0,27 à 0,25	»
	Plomb	»	0,27 à 0,25	»
Chlorure de zinc.				
Eau .... 1000 gr	Zinc ordinaire	Cuivre	0,85	»
Chlorure de zinc ... 110	Zinc amalgamé	»	0,86	»

Désignation des piles.				Forces électromotrices en volts.	
Liquides.		Électrode négative.	Électrode positive.	Maxima.	Minima.
Sulfate de zinc.					
Eau	1000^{gr}	Zinc ordinaire	Cuivre	0,998	»
Sulfate de zinc.....	500	Zinc amalgamé	»	1,04	»
Soude à la chaux.					
Eau	1000^{gr}	Zinc ordinaire	Cuivre	1,06	»
Soude à la chaux...	250	Zinc amalgamé	»	1,09	«

» D'après les considérations exposées plus haut, il me semble que la force électromotrice d'un couple à un seul électrolyte doit être considérée comme la force électromotrice *vraie* du système; la surélévation de cette force jusqu'au maximum résulterait de l'addition spontanée de produits d'oxydation formés par l'intervention de l'air, produits dont l'action ne devrait pas être confondue avec les énergies chimiques mises en jeu dans le couple proprement dit. Je me permets de signaler cette observation aux physiciens qui cherchent à établir des concordances entre les forces électromotrices des piles et les données de la Thermochimie. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un sondeur électrique pour grandes profondeurs.* Note de M. E. **de la Croix**, présentée par M. de Quatrefages.

« Cet appareil est construit de façon à avertir du moment précis où il touche le fond. Accessoirement, il lui est adjoint un instrument enregistreur, destiné à supprimer les pertes de temps qu'entraînent les halages continuels de la ligne dans les sondages à grandes profondeurs.

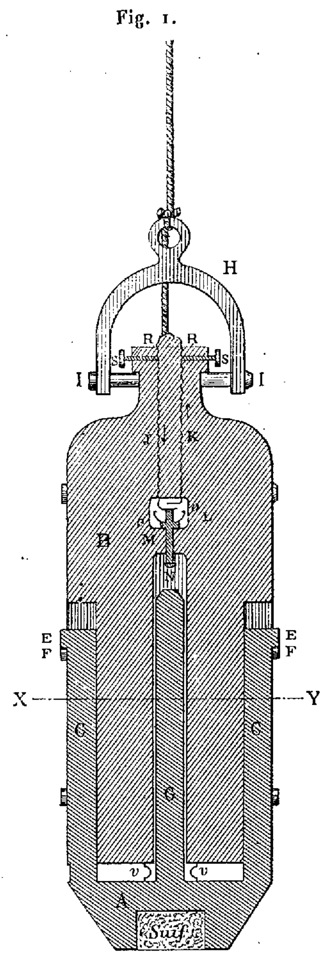
» La réalisation de la première de ces conditions repose sur l'emploi d'un courant électrique. A cet effet, la ligne de sonde se compose de deux fils métalliques enroulés en spirale et isolés l'un de l'autre par un fil de soie tordu autour de chacun d'eux. Un enduit isolant, capable de résister à l'action de l'eau, les entoure complètement et se trouve protégé à son tour par les torons d'un câble en chaume ou en osier. Cette ligne, qui n'est en somme qu'un simple câble télégraphique, est fixée à l'anneau du sondeur.

» Celui-ci se compose de deux parties métalliques distinctes A et B (*fig.* 1).

» La partie A peut se mouvoir dans le sens de l'axe, mais est guidée par

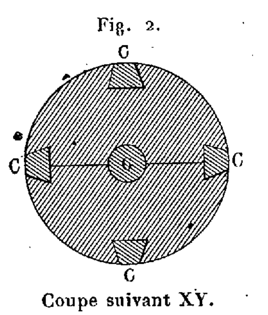
quatre tiges C, C, C, C (*fig.* 2), à section presque triangulaire, glissant dans des

Fig. 1.



Élévation.

Fig. 2.



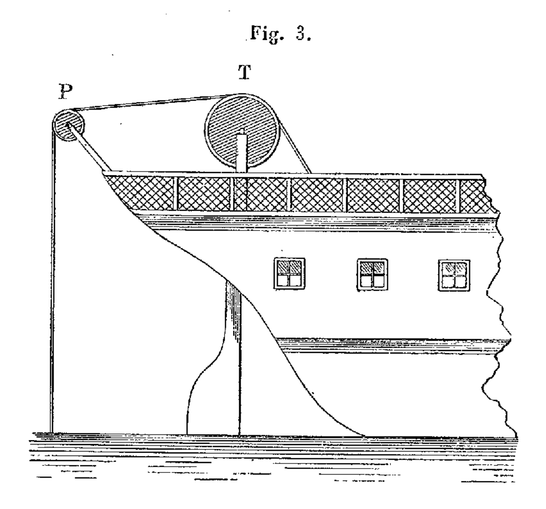
Coupe suivant XY.

rainures pratiquées dans les flancs de la masse B. L'extrémité supérieure

de ces tiges se termine par un petit coude E, émergeant à la surface de A et qui vient buter sur un cercle F agissant comme arrêt, de telle sorte que le sabot A ne peut s'éloigner de la masse de plus de $0^m,03$ environ. Ce sabot porte sur son centre une tige G glissant à frottement doux dans un trou cylindrique pratiqué dans l'axe même de la partie supérieure. Une garniture (v, v) en caoutchouc assure l'imperméabilité de cette ouverture cylindrique.

» La partie B se compose essentiellement de deux moitiés semi-cylindriques jointes ensemble au moyen de cercles ou de boulons. Elle porte à son extrémité supérieure un étrier H pouvant tourner autour d'un tourillon II. Dans l'intérieur du col, et de chaque côté de l'axe, sont pratiqués deux petits canaux servant de conduits (isolateurs) à deux fils élec-

Fig. 3.



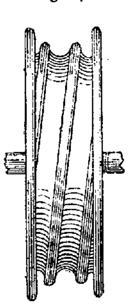
triques J, K. Ceux-ci viennent aboutir à une petite chambre L, dans laquelle ils se recourbent à angle droit, mais sans se toucher.

» Une petite tige M, mobile dans le sens vertical, traverse la paroi qui sépare la petite chambre du trou cylindrique. A sa partie supérieure, elle est fixée au fil J et à son extrémité inférieure elle porte un bouton N; en son milieu, elle est pourvue d'un petit renflement servant d'arrêt et sur lequel viennent appuyer deux ressorts o, o qui, à l'état normal, pressent la tige sur le fond inférieur de la chambre.

» L'installation à bord consiste en un treuil T (*fig.* 3) autour duquel s'enroule la ligne. Les extrémités des deux fils métalliques renfermés dans cette dernière sont, par l'intermédiaire de l'axe du treuil, mis en communication l'un avec un générateur d'électricité, l'autre avec un timbre électrique.

» En quittant le treuil, la ligne vient passer sur une poulie P dont la gorge est en spirale (*fig.* 4). Afin d'éviter les glissements et les erreurs qui pourraient en résulter, la ligne fait un tour autour de la poulie, et même

Fig. 4.



plusieurs suivant que le poids du sondeur ou sa vitesse de descente est augmenté.

» La poulie de renvoi (P) porte sur son axe un compteur à quatre cadrans enregistrant les mètres, décamètres, hectomètres et kilomètres.

» Pour se servir de cet appareil, on commence par fixer l'extrémité de la ligne à l'anneau de l'étrier; on fait tourner celui-ci, puis on prend les bouts libres des deux fils électriques et on les fait entrer dans deux petits trous R, R ménagés dans le col du sondeur. On serre les deux vis de pression S, S et les deux fils de la ligne se trouvent alors en contact avec ceux du sondeur J et K. Ceci fait, on fait filer la ligne. La partie inférieure A se sépare, par son propre poids, de $0^m,03$ environ du corps principal B. On fait passer un courant électrique dans le fil J. Le sondeur descend, et, au moment précis où il touche le fond, la partie supérieure B vient se rejoindre au sabot inférieur, la tige G bute sur le bouton N. Le mouvement est transmis à la petite tige M qui vient aussitôt rapprocher les deux bouts des fils J et K. Le courant circulant dans le premier remonte immédiatement par le second, qui correspond avec le timbre électrique. On est donc averti du moment précis où le sondeur a atteint le fond de la mer et, au même moment, on lit les profondeurs sur les cadrans enregistreurs.

» Il n'est donc nul besoin de remonter la sonde. Pour faire des sondages continus, il suffit de relever un peu le sondeur (l'arrêt de la sonnerie avertit de l'instant où il a quitté le fond) et de le laisser retomber plus loin.

» *Nota.* — Afin d'augmenter la vitesse de descente, on pourrait disposer l'appareil de façon qu'il soit facile de lui adjoindre des poids additionnels que l'on largue au moyen d'un déclic. Ces poids pourraient être fixés

au sabot A; de cette façon, on augmenterait la résistance de ce dernier aux pressions qui tendraient à le faire remonter sur la partie B pendant la descente. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une méthode rapide pour déterminer le travail absorbé ou rendu par une machine dynamo-électrique.* Note de M. **Pierre Picard**, présentée par M. Th. du Moncel. (Extrait.)

« Puisque l'effort tangentiel exercé sur l'anneau d'une machine dynamo-électrique est, comme l'a démontré M. Marcel Deprez, proportionnel à l'intensité du courant qui le traverse, à partir du moment où cette intensité est suffisante pour saturer les inducteurs et quel que soit son état de repos ou de mouvement, il devient très facile de connaître le travail absorbé ou rendu par une de ces machines, au moyen d'un simple ampèremètre et d'un indicateur de vitesse.

» Pour cela la machine doit, préalablement et une fois pour toutes, être soumise à un essai destiné à déterminer, au moyen du *statomètre* que je vais décrire, ce que j'appellerai la *constante statométrique* d'une machine.

» Le *statomètre,* ainsi nommé parce qu'il sert à mesurer un effort statique, est disposé comme un frein de Prony. Il se compose d'un manchon muni d'un long bras et qu'on peut fixer sur l'arbre de la machine à expérimenter. Ce bras, équilibré par un contrepoids, peut osciller entre deux limites fixes, et il porte à son extrémité un plateau destiné à recevoir des poids.

» On lance dans la machine ainsi calée un courant juste assez intense pour saturer les inducteurs : on note cette intensité i qui est toujours connue d'avance [1]. L'anneau tend à tourner, et le bras du statomètre vient buter contre son arrêt supérieur. On met alors dans le plateau des poids suffisants pour équilibrer l'effort du courant, afin que le bras oscille entre ses deux butoirs sans les toucher.

» Le *statomètre* est, dans ces conditions, l'image parfaite d'un frein de Prony qui arrêterait complètement le moteur. L'expression du travail sera la même :

$$W = \frac{2\pi LPN}{60} = 0,$$

---

[1] On pourrait employer un courant plus fort, mais jamais plus faible.

L désignant la longueur du bras depuis l'axe jusqu'au point de suspension,

P le poids contenu dans le plateau,

N le nombre de tours par minute.

» Le travail est égal à zéro, parce que le facteur N est lui-même égal à zéro. Nous pouvons néanmoins effectuer les opérations en supprimant ce facteur N, et nous aurons

$$\frac{2\pi LP}{60} = \frac{\pi LP}{30}.$$

» Mais l'expression $\frac{\pi LP}{30}$ est obtenue avec un courant d'intensité i; avec un courant de 1^{amp}, elle devient $\frac{\pi LP}{30 i}$, qui est l'expression de ce que j'ai appelé la *constante statométrique* d'une machine.

» En remplaçant les lettres par leur valeur numérique indiquée par l'expérience, en faisant $L = 1^{m}$; $P = 2^{kg}$, $i = 6^{amp}$, nous aurons

$$K = \frac{\pi LP}{30 i} = \frac{3,1416 \times 1 \times 2}{30 \times 6} = 0,035.$$

» Le nombre 0,035 est la valeur numérique de la *constante statométrique* de la machine expérimentée.

» Lorsque cette machine fonctionnera, soit comme générateur, soit comme moteur, la valeur du travail absorbé ou rendu sera constamment donnée par la formule

$$W = KIN,$$

K étant la constante statométrique de la machine,

I l'intensité du courant,

N le nombre de tours par minute.

» Il va sans dire que le travail calculé sur la constante K est purement théorique et qu'il doit être affecté d'un coefficient d'augmentation ou de réduction, suivant que la machine est génératrice ou réceptrice. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle série de combinaisons du titane.* Note de M. **A. Piccini**, présentée par M. Friedel.

« C'est un fait reconnu que les composés du titane de la forme TiX^3 ont une grande analogie avec les composés correspondants du chrome et du

fer. Guidé par cette analogie, j'ai tenté la préparation des fluosels de titane correspondant au sesquioxyde et j'ai réussi à en obtenir un de potassium et deux d'ammonium : $TiFl^3, 2KFl$, $TiFl^3, 2NH^4Fl$ et $TiFl^3, 3NH^4Fl$.

» On peut obtenir le fluosel $TiFl^3, 3NH^4Fl$, soit en versant peu à peu la solution aqueuse de trichlorure de titane dans une solution concentrée de fluorure d'ammonium ou bien, d'une façon plus élégante, en réduisant avec le pôle négatif de la pile le fluotitanate normal dissous dans une solution de fluorure d'ammonium. De quelque façon qu'on le prépare, c'est un précipité violet, cristallin; il est peu soluble dans l'eau et pas du tout dans une dissolution de fluorure d'ammonium. Si on le lave préalablement avec de l'eau, puis avec une solution concentrée de fluorure d'ammonium, ensuite avec une petite quantité d'alcool concentré, et qu'enfin on l'expose à l'air après l'avoir étendu sur le filtre, une profonde métamorphose s'accomplit. D'abord la couleur violette pâlit, devient ensuite jaune sale, et après plusieurs heures, lorsque la dessiccation est complète, on ne voit qu'un beau jaune foncé. La masse jaune, qui résulte, est complètement soluble dans l'eau, et la solution, qui est d'un beau jaune d'or, s'altère sensiblement, même à la température ordinaire, en dégageant de petites bulles gazeuses.

» Par évaporation dans le vide ou à l'air, on obtient des petits octaèdres réguliers, jaunes, transparents, doués d'un grand éclat et souvent mêlés à des aiguilles jaunes aussi et très fines. Il est bien difficile, pour ne pas dire impossible, de séparer mécaniquement les deux espèces de cristaux, soit parce qu'ils sont très petits, soit parce qu'ils sont presque toujours superposés les uns aux autres. Cependant, si l'on traite leur solution par un excès de fluorure d'ammonium, on obtient un précipité formé entièrement d'octaèdres réguliers. Ce composé octaédrique, insoluble dans une solution de fluorure d'ammonium, se dissout très bien dans l'eau. La solution est couleur jaune d'or :

» 1° Acidifiée avec de l'acide sulfurique étendu, elle décolore et est décolorée par le permanganate de potasse avec dégagement d'oxygène;

» 2° Avec l'ammoniaque, elle donne un précipité floconneux, jaune clair, qui se dissout facilement dans l'acide sulfurique étendu et froid en donnant un liquide jaune rouge, qui se décolore et est décoloré par le permanganate de potasse avec dégagement d'oxygène. Si à cette solution jaune rouge on ajoute du fluorhydrate de potassium, une partie du titane se précipite à l'état de $TiFl^4, 2KFl + H^2O$, le liquide se décolore et donne avec la plus grande netteté la réaction de Barreswil.

» On peut donc être sûr que, dans le composé octaédrique, il y a de l'oxygène à l'état auquel on le trouve dans l'eau oxygénée, ce qui est démontré par une autre série d'expériences entièrement indépendante de celle-ci.

» Les cristaux octaédriques contiennent du titane, du fluor, de l'ammonium et de l'oxygène; leur analyse conduit à la formule $TiO^2Fl^2, 3NH^4Fl$.

» Il n'y a pas de doute que ce fluoxysel (dont le radical acide correspond parfaitement à ceux des fluoxysels normaux de molybdène et de tungstène) se forme dans des conditions assez singulières, et je crois que c'est le premier exemple d'un corps qui passe d'une forme inférieure à la forme limite à une supérieure, tandis que dans le milieu il y en a une, qui est la plus stable de toutes, savoir la forme normale. La réaction qui se produit est peut-être la suivante : le composé violet tendant à passer à la forme normale absorbe l'oxygène et se dédouble suivant l'équation

$$2(TiFl^3, 3NH^4Fl) + O^2 = TiFl^4, 3NH^4Fl + TiO^2Fl^2, 3NH^4Fl.$$

» Il est de fait que la substance jaune, qui se forme par l'exposition à l'air, contient une quantité considérable de fluotitanate normal; des expériences nouvelles décideront si l'équation donnée représente exactement le phénomène.

» Mais cette série de sels jaunes peut être obtenue par une autre méthode. En ajoutant à la solution sulfurique d'acide titanique assez d'eau oxygénée pour arriver au rapport TiO^2, H^2O^2, on obtient un liquide jaune rouge, qui, comme je l'ai démontré l'année dernière (¹), par l'addition d'une quantité minime d'eau oxygénée, donne la réaction de Barreswil. Or, si, après avoir atteint cette limite, on neutralise le liquide avec de l'ammoniaque, on obtient une solution d'un jaune plus clair, duquel le fluorure *neutre* d'ammonium précipite une poudre cristalline formée d'octaèdres jaunes microscopiques, identiques avec ceux obtenus par l'autre méthode. Si dans la précipitation on n'a pas ajouté assez de fluorure d'ammonium, le liquide reste encore un peu coloré, même après que les cristaux octaédriques se sont séparés, et dépose, par évaporation à l'air, des aiguilles jaunes très fines, comme celles obtenues par l'autre méthode. Ces aiguilles sont formées par un fluoxysel hydraté contenant moins de fluorure d'ammonium que le sel octaédrique.

» Les recherches dont je viens de donner un très court résumé, qui con-

---

(¹) *Atti della R. Accademia dei Lincei,* 3ᵉ série, t. XIII.

duisent à la découverte d'une nouvelle série de fluoxysels de titane dont on n'avait jamais jusqu'ici soupçonné l'existence, confirment aussi mes conclusions sur la réaction de l'eau oxygénée avec l'acide titanique. Je disais alors qu'il était bien difficile de se prononcer sur la nature de la réaction qui a lieu entre ces deux substances; certainement il aurait été très simple de la regarder comme une addition moléculaire ($TiO^2 + H^2O^2$), mais les faits connus dès lors suffisaient pour élever bien des doutes. D'un autre côté, je n'avais pu obtenir alors aucun dérivé correspondant à TiO^3. La série de fluoxysels que j'ai obtenue depuis comble cette lacune; ils ont le radical acide formé par TiO^3, dans lequel l'atome d'oxygène est remplacé par deux atomes de fluor, précisément comme les fluoxymolybdates et les fluoxytungstates ont leur radical acide formé par MO^3 et WO^3, dans lesquels l'atome d'oxygène est remplacé par deux atomes de fluor. Mais, quoique par leurs formules ces séries se ressemblent, elles ont une constitution bien différente. Il suffira de rappeler la réaction que le sel octaédrique donne avec le permanganate de potasse, réaction qui est commune aux peroxydes qui dépassent la forme limite (et même au peroxyde de didyme, découvert par Brauner, comme j'ai pu le constater avec un petit échantillon de ce produit, préparé par l'action de l'eau oxygénée). Ajoutons que la solution jaune du sel octaédrique est décolorée par l'acide fluorhydrique, tandis que le fluor remplace l'oxygène *atome par atome;* c'est-à-dire que le couple (O^2) équivaut ici *par substitution* à deux atomes de fluor,

$$TiO^2Fl^2 + 2HFl^2 = TiFl^4 + H^2O^2.$$

» Je crois que l'étude de cette réaction nous donnera le moyen d'accorder l'existence de ces fluoxysels, parfaitement caractérisés, avec les idées actuelles sur les limites des combinaisons. Je donnerai plus tard la description complète de plusieurs fluoxysels de titane appartenant à cette série nouvelle. Je me propose ensuite d'appliquer la réaction des *fluorures neutres* aux autres peroxydes qui réduisent le permanganate de potasse avec dégagement d'oxygène, et j'espère que ces recherches montreront que, pour bien d'autres éléments, comme pour le titane, il peut exister des combinaisons parfaitement caractérisées et supérieures à la limite.

» Pour la forme cristalline, le composé $TiO^2Fl^2, 3NH^4Fl$ vient se placer à côté du $NbOFl^3, 3NH^4Fl$, qui contient aussi le même nombre d'atomes. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Recherche et dosage du zinc et du plomb dans les minerais de fer.* Note de M. **A. Deros**, présentée par M. Wurtz.

« Tous les chimistes qui ont à doser fréquemment le zinc et le plomb dans les minerais de fer savent combien les opérations sont longues et délicates. C'est surtout aux essayeurs et aux chimistes chargés des travaux du laboratoire dans les usines métallurgiques que les procédés que je vais exposer rendront des services. Les méthodes électrolytiques ont d'ailleurs l'avantage de ne demander que très peu de manipulations et de n'exiger aucune surveillance; le travail se fait en quelque sorte tout seul; les appareils, peu coûteux et d'un emploi facile, ne réclament qu'un entretien insignifiant; enfin les résultats sont très exacts.

» *Recherche qualitative du zinc dans les minerais de fer.* — Il n'est pas toujours facile de découvrir de petites quantités de zinc dans les minerais de fer quand on n'a pas de spectroscope à sa disposition. Le procédé suivant, très sensible, permet de constater facilement la présence de $0^{gr},0005$ de zinc dans 1^{gr} de minerai.

» La solution chlorhydrique de cette quantité de la matière à essayer est versée peu à peu, et en agitant, dans un excès d'ammoniaque. Quand le mélange est refroidi, on le soumet à l'électrolyse dans une capsule de platine qui sert de pôle positif; le pôle négatif est constitué par une petite spatule de platine ou un fil de ce métal aplati à son extrémité. Le courant doit être assez fort et capable de dégager 300^{cc} à 400^{cc} de gaz détonant à l'heure (1).

» Il faut s'assurer de temps en temps que la liqueur dégage toujours une forte odeur ammoniacale.

» Au bout de trois ou quatre heures la spatule de platine est retirée et lavée à l'eau distillée. On dissout ensuite l'enduit grisâtre dont elle est recouverte au moyen de quelques gouttes d'acide sulfurique dilué que l'on réunit dans une petite capsule de platine; on y ajoute une goutte d'une solution faible de chlorure de cobalt et le tout est évaporé au-

(1) J'obtiens un courant très régulier et suffisamment fort avec 8 éléments de Callaud, modèle de la Compagnie d'Orléans. Toutes les piles capables de donner un courant très constant peuvent être également employées.

dessus d'un bec de Bünsen, puis chauffé au rouge vif. S'il y a du zinc, il se produit une coloration verte caractéristique, très sensible encore avec les quantités indiquées plus haut.

» *Dosage du zinc dans les minerais de fer.* — La solution chlorhydrique de 1^{gr} de minerai est versée dans une grande capsule en platine contenant un excès d'ammoniaque, puis le mélange est soumis à l'électrolyse comme je l'ai indiqué plus haut. Je trouve commode d'employer dans ce cas, comme pôle négatif, une feuille de platine de $0^{m},03$ de large sur $0^{m},04$ ou $0^{m},05$ de longueur. Au bout de douze heures, le zinc est complètement précipité, ce dont il faut s'assurer d'ailleurs en remplaçant la lame sur laquelle s'est fait le dépôt par une autre. La feuille de platine est lavée rapidement par immersion dans l'eau distillée (quelques précautions sont nécessaires, le dépôt zinc étant peu adhérent), puis elle est plongée dans une solution de potasse ou de soude caustique à 8° ou 10° B. Le zinc seul se dissout. Le liquide alcalin est soumis de nouveau à l'électrolyse. Je me sers dans ce cas de l'appareil imaginé par M. Riche. Le zinc forme sur le cône taré d'avance un enduit gris très adhérent. Le dépôt est complet au bout de six à huit heures. On lave alors à l'eau distillée, puis à l'alcool et enfin à l'éther, on sèche à 90° ou 100° et l'on pèse. Les résultats sont très exacts. Il est prudent d'opérer le lavage à l'eau distillée sans arrêter le courant.

» *Recherche et dosage du plomb dans les minerais de fer.* — Pour doser le plomb dans un minerai de fer, on attaque à l'acide chlorhydrique 1^{gr} de celui-ci finement porphyrisé. L'attaque se fait dans une fiole conique. On met peu d'acide et l'on ajoute un fragment de cadmium pur [1] (3^{gr} ou 4^{gr} environ). Il faut chauffer modérément, sinon la réaction serait trop tumultueuse. Lorsque l'attaque est complète et qu'il ne se dégage plus de bulles de gaz autour du cadmium restant, le plomb est totalement précipité. On décante alors le liquide avec précaution en prenant soin de ne pas entraîner les parcelles de plomb qui ont pu se détacher du cadmium, et on lave plusieurs fois à l'eau distillée. Lorsque le lavage est complet [2], on ajoute 5^{cc} ou 6^{cc} d'acide azotique qui dissolvent promptement le cadmium

---

[1] J'emploie le cadmium de préférence au zinc, parce qu'il est très difficile de se procurer dans le commerce ce dernier métal tout à fait exempt de plomb.

[2] Il est important de laver complètement, car le manganèse, presque toujours présent, donne également au pôle positif un dépôt brun de peroxyde qui serait pesé avec le peroxyde de plomb.

et le plomb précipité. On verse le tout dans le creuset de l'appareil de M. Riche, on rince la fiole trois ou quatre fois à l'eau distillée, puis on soumet à l'électrolyse, en ayant soin de faire communiquer le creuset avec le pôle négatif de la pile et le cône avec le pôle positif (5 éléments Callaud suffisent).

» Au bout de quatre ou cinq heures, le plomb est complètement déposé au pôle positif à l'état de peroxyde. On lave à l'eau distillée, on sèche et l'on pèse. Le poids du peroxyde trouvé, multiplié par 0,866, donne très exactement le poids du plomb contenu dans le minerai.

» Ce procédé si simple et si rapide constitue aussi un moyen de recherche du plomb fort sensible. En effet, la coloration brune due au dépôt du peroxyde de plomb se détache nettement sur la surface brillante du platine. Un demi-milligramme dans 1^{gr} de minerai donne encore une coloration très visible.

» Ce procédé s'applique très bien au dosage du plomb dans les minerais de ce métal; il suffit de quelques modifications, qui feront l'objet d'une autre étude. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la formation de quantités notables d'alcool dans la fermentation panaire.* Note de M. V. **Marcano**, présentée par M. Wurtz.

« J'ai eu l'honneur d'annoncer à l'Académie [1] que la fermentation panaire, sous les tropiques, est due à une bactérie dont j'ai pu étudier les états successifs : spores, tubes mycéliens, etc., et que ces microbes peptonisent le gluten et l'albumine, en même temps qu'ils solubilisent les grains de fécule en donnant de la dextrine et du glucose.

» D'autre part, j'ai annoncé que, dans ces régions (Caracas, Venezuela), la fermentation alcoolique a généralement lieu sous l'influence vitale des bactéries, qui paraissent y remplacer fréquemment, sinon exclusivement, les *saccharomyces*.

» D'après ces données, on doit s'attendre à trouver dans la pâte des quantités notables d'alcool correspondant à la fécule disparue. La vérification de cette conséquence forme l'objet du présent Mémoire.

» Ce produit, auquel j'ai eu recours, correspond à celui qu'on appelle en France *levain de chef*, mais il est préparé d'une autre façon. Au lieu de garder, du jour au lendemain, une portion de la pâte fermentée, les bou-

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCVI, n° 26.

langers de la localité préparent chaque fois le ferment, à nouveau, en mélangeant des pommes de terre, des ignames, etc., cuits à la vapeur et réduits en pulpe, avec de l'eau et de la farine. La fermentation se déclare immédiate et tumultueuse, en dégageant des torrents d'acide carbonique.

» Par l'agitation, on a rendu homogène le contenu d'une cuve dans laquelle on préparait ce levain et l'on en a pris 300gr, qu'on a distillés dans un appareil semblable à celui qui a servi à M. Müntz pour déceler l'alcool dans la terre et la neige. On a obtenu par ce moyen de l'alcool à 86° dont la quantité, toutes corrections et calculs faits, était de 16cc,4 d'alcool absolu, ce qui correspond à la quantité énorme de 52cc,7 d'alcool par kilogramme de levain. J'ai l'honneur de joindre à cette Note un échantillon de l'alcool ainsi obtenu.

» Le résidu solide, formé par de la cellulose et très peu de fécule, pesait à l'état sec 13gr,5. Le liquide restant était chargé de dextrine.

» Un résultat tout aussi net a été obtenu en distillant avec de l'eau la pâte de pain, avant sa mise au four. Ces expériences, faciles à répéter, montrent que la formation de l'alcool, aux dépens de la fécule, dans la fermentation panaire, constitue sous les tropiques un phénomène aussi constant que régulier. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Détermination des causes qui diminuent la réceptivité de certaines régions de l'organisme, pour le virus du charbon bactérien ou symptomatique, et transforment une inoculation mortelle en inoculation préventive.* Note de MM. **Arloing**, **Cornevin** et **Thomas**, présentée par M. Bouley.

« Dans la pratique, les tumeurs du charbon symptomatique ne s'observent pas, chez le bœuf, sur la partie inférieure des membres et de la queue. Ce fait nous a engagés à rechercher ce qui se passerait dans le cas d'insertion expérimentale du virus dans ces régions, surtout la région coccygienne.

» Pour injecter le virus dans le tissu conjonctif sous-cutané de la queue du bœuf, il faut creuser, au préalable, le trajet de la canule de la seringue avec un fin trocart ou une simple tige métallique piquante. Nous avons pu, par ce moyen, mener à bien une suite d'inoculations pratiquées de 0m,10 en 0m,10 du sommet à la base de la queue, choisissant pour chacune d'elles un sujet nouveau.

» Au milieu du toupillon qui garnit l'extrémité de la queue, l'injection

sous-cutanée de 1 à 6 gouttes de suc musculaire virulent ne produit généralement pas de troubles locaux ni de mouvement fébrile bien notable; 10 à 15 gouttes déterminent une hyperthermie de 1° à 1°,5; 20 gouttes provoquent de plus un engorgement exsudatif localisé au pourtour de l'inoculation.

» Lorsqu'on inocule à $0^m,10$ au-dessus du toupillon, les phénomènes consécutifs sont à peu près identiques; mais, à $0^m,20$, les troubles généraux sont plus graves et plus durables et, parfois, s'accompagnent d'une tumeur symptomatique éloignée du siège de l'inoculation. Ainsi une métisse hollandaise, inoculée le 15 mars 1883, à $0^m,20$ de l'extrémité de la queue et dont la température était 39°,6, présenta de simples phénomènes fébriles les 16 et 17; puis tout à coup, le 18, elle fut prise d'inappétence et resta en décubitus permanent; sa température était 41°,9. Ces nouveaux symptômes coïncidaient avec le développement d'une tumeur crépitante dans la portion dorsale du muscle iléo-spinal. La mort survint le 19; l'autopsie ne révéla pas la moindre traînée inflammatoire ou lésion organique entre le point d'inoculation et la tumeur.

» Au fur et à mesure qu'on s'élève vers la base de la queue, les dangers de localisations secondaires, et même, au-dessus du niveau des tubérosités ischiatiques, les dangers de localisations primitives augmentent dans une grande proportion, tout en restant moitié moins grands que si le virus est déposé dans la cuisse ou l'encolure.

» Faut-il conclure que la réceptivité de la région coccygienne pour le virus bactérien soit nulle près du sommet? Non; la réceptivité diminue graduellement de haut en bas, sans jamais devenir nulle : la preuve est l'immunité dont jouissent les animaux survivants.

» Nous sommes donc en présence d'un fait analogue à ceux que M. Willems a observés pour la péripneumonie contagieuse du bœuf, que M. Toussaint a eu sous les yeux pour le sang de rate du mouton et qui a été signalé aussi pour la clavelée.

» Peut-être serait-il permis de dire que la queue, chez tous les animaux, mais à des degrés divers, se prête difficilement à l'évolution locale des virus et, consécutivement, transforme plus ou moins une inoculation mortelle en inoculation vaccinale. Mais les observations recueillies jusqu'à ce jour établissent que le bœuf est l'animal qui présente ce phénomène au plus haut degré.

» Pourquoi les microbes insérés dans le tissu conjonctif sous-cutané de la région coccygienne ne produisent-ils pas les désordres qu'ils engendrent

dans les autres régions du tronc et la partie supérieure des membres? On a invoqué la densité du tissu conjonctif; mais ne serait-ce pas aussi parce que la température de la queue est inférieure à celle du corps?

» Pour juger cette hypothèse, nous avons élevé la température de la queue, après son inoculation, de 29°, 8, sa température normale, à 36°, 8 (la température extérieure étant 20°, 1), en l'enveloppant d'ouate et d'étoupes et la recouvrant d'un étui imperméable. L'expérience est commencée le 27 juin 1883; le 28 la température de la bête est de 40° : 0°, 4 d'augmentation. La queue est douloureuse au niveau de la portion enveloppée; rumination conservée. Le 29, température rectale à 41°, 2, rumination persiste, appétit moindre; même sensibilité locale. Le 1[er] juillet, la température a rétrocédé, l'appétit est bon; le 2, la bête semble revenue à l'état normal. On enlève le pansement; la queue est crépitante et insensible sur une longueur de $0^{m}, 20$, à partir du sommet; les tissus mortifiés sont gorgés de sérosité roussâtre où fourmillent les microbes du charbon symptomatique et non ceux de la septicémie, comme l'ont attesté plusieurs inoculations de contrôle. L'animal se remet des suites de cette expérience et l'on s'est assuré qu'il avait acquis l'immunité.

» Le réchauffement a donc suffi pour faire pulluler abondamment le virus à l'extrémité de la queue. Mais on peut se demander si la densité du tissu conjonctif n'a pas empêché l'accident local de s'étendre et de compromettre la vie du sujet. Pour le savoir, il aurait fallu faire la même expérience après avoir modifié la densité du tissu conjonctif. Dans l'impossibilité où l'on se trouve de réaliser cette condition sur le bœuf, nous avons tourné la difficulté en nous adressant au mouton, dont le tissu cellulaire coccygien est naturellement lâche, souple et abondant.

» Si l'on injecte le virus bactérien près de l'extrémité de la queue du mouton, sans modifier la température, il se développe une tuméfaction locale analogue à celle que l'on provoque chez le bœuf, par l'enveloppement. Ce résultat prouve que la laxité du tissu conjonctif peut suppléer à l'échauffement de la région.

» On fournit la contre-épreuve en refroidissant la région coccygienne du mouton, après l'inoculation, au moyen d'un sac imperméable à doubles parois, bourré de fragments de glace. Dans ce cas, il ne se développe pas d'accidents locaux; néanmoins le virus pénètre lentement dans l'organisme, circule avec le sang et engendre l'immunité; il peut même, si on le fait sortir du système circulatoire par une blessure, déterminer, *in loco*, une tumeur emphysémateuse mortelle, comme s'il s'agissait d'une injection intraveineuse.

» La température et la texture dense et serrée du tissu conjonctif de la région coccygienne concourent donc à l'atténuation des effets du virus charbonneux chez le bœuf. Si la température est un obstacle susceptible de modification, le tissu conjonctif s'oppose toujours, comme une barrière immuable, à l'envahissement de l'organisme.

» Il découle des résultats énoncés dans cette Note : 1° que les saisons tempérées seront les meilleures pour pratiquer les inoculations préventives; 2° que l'on doit s'en abstenir en été; 3° que si l'on est obligé d'inoculer pendant l'hiver, on aidera au succès en maintenant les animaux, durant les premiers jours, dans l'atmosphère chaude des étables.

» Il y a des analogies assez nombreuses entre le virus du charbon symptomatique et celui de la péripneumonie contagieuse; aussi les résultats exposés ci-dessus jettent-ils, ce nous semble, une certaine lumière sur la pathogénie des accidents qui surviennent à la suite de l'inoculation primitive de la péripneumonie pendant les chaleurs de l'été ou dans les étables encombrées. Si l'on veut bien s'en inspirer, il est probable que cette inoculation deviendra moins meurtrière.

» En élargissant la question, ces résultats provoqueront sans doute des observations et des recherches qui auront peut-être pour conséquence de donner à l'inoculation, dans les organes détachés et à tissu conjonctif rare et condensé, la valeur d'une méthode générale d'atténuation des virus. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la provenance du soufre difficilement oxydable de l'urine.* Note de MM. **R. Lépine** et **G. Guérin**, présentée par M. Vulpian.

« M. Künckel (*Pflüger's Archiv*, Bd. XIV, p. 352) a émis l'idée que le soufre incomplètement oxydé que l'urine renferme, comme on sait, d'une manière constante, provient en partie de la taurine. L'un de nous, en collaboration avec M. Flavard, a étayé cette hypothèse par un certain nombre de faits (*Comptes rendus*, 27 décembre 1880), et plus récemment M. le professeur Voit en a admis l'exactitude.

» Depuis nos premières recherches, nous avons fait faire un progrès à l'étude de cette question en montrant que *tout* le soufre incomplètement oxydé que renferme l'urine ne se comporte pas de même en présence du chlore, ou mieux du brome [1], qu'une partie est complètement oxydée

[1] Voir, relativement à la préférence à accorder au brome, et non au chlore, la *Revue de Médecine*, 1881, p. 925, en note.

par l'un et l'autre de ces agents (soufre facilement oxydable), tandis que l'autre, la plus grande en général, ne l'est que par la calcination en présence du nitrate de potasse et de la potasse (soufre difficilement oxydable). C'est dans cette partie réfractaire à l'action du brome que se trouve le soufre d'origine biliaire. Nous avons démontré ce fait, que la stabilité bien connue de la taurine et de ses dérivés rendait *a priori* fort vraisemblable, par de nombreuses expériences faites sur le chien, dans lesquelles, en rendant plus abondante la quantité de bile résorbée, nous augmentions considérablement le soufre difficilement oxydable de l'urine (*Revue de Médecine*, 1881, p. 924 et suiv.).

» Nous avons d'ailleurs explicitement indiqué (*ibid.*, 1881, p. 1003) qu'une partie du soufre difficilement oxydable a une autre origine. Entre autres preuves, nous apportons aujourd'hui la suivante :

» Chez une chienne à fistule biliaire *complète* et qui était dans l'impossibilité de lécher sa fistule, nous avons à plusieurs reprises pratiqué le dosage du soufre et de l'azote de l'urine. Voici, comme exemple, quelques-uns de nos résultats, les chiffres rapportés à 1^{lit} d'urine :

I. — *Régime de la soupe* (pain et graisse).

Azote	4,6
SO^4H^2 préexistant (1)	0,546
» obtenu après l'action du brome	0,63
» » par la calcination	0,898
Soufre total (2)	0,287
» difficilement oxydable (3)	0,0857

II. — *Régime de la viande de cheval* (1^{kg} par jour).

Azote	43
SO^4H^2 préexistant	3,6
» obtenu après l'action du brome	3,67
» » par la calcination	4,8
Soufre total	1,53
» difficilement oxydable	0,35

» Si l'on représente le soufre total par 100, le soufre difficilement oxy-

(1) C'est-à-dire l'état de sulfates et d'acides sulfoconjugués.

(2) Obtenu du nombre précédent (0,898), sachant que 100 SO^4H^2 renferment sensiblement 32 S.

(3) Obtenu de la différence des deux SO^4H^2 *produits* par la calcination et par le brome (0,898 — 0,63 = 0,268), d'où l'on tire le soufre.

dable sera, dans la première urine (régime de la soupe), égal à 30, et dans la seconde (régime de la viande) égal à 23; si l'on représente l'azote par 100, le soufre difficilement oxydable sera dans la première urine égal à 1,8, et dans la seconde à 0,8.

» Ainsi, dans ces deux urines, malgré la fistule biliaire complète, il y avait une notable proportion de soufre difficilement oxydable (1); donc ce dernier ne provient pas exclusivement de la bile.

» Les faits cliniques confirment cette manière de voir, car il résulte de nos dosages, extrêmement nombreux, que l'urine renferme, par rapport à l'azote et au soufre total, une forte proportion de soufre difficilement oxydable dans beaucoup d'états pathologiques où il n'y a aucun motif pour supposer que la production et la résorption du *soufre biliaire* soient augmentées : ainsi dans certaines pneumonies, dans divers états cachectiques, dans l'intoxication saturnine aiguë sans ictère. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le développement de la branchie des Céphalopodes.* Note de M. L. **Joubin**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les recherches de Kölliker sur le développement des Céphalopodes, tout en jetant un grand jour sur l'embryogénie de ces animaux, ont cependant laissé obscure l'origine de l'organe de la respiration. Je me suis occupé, dans les laboratoires de M. le professeur de Lacaze-Duthiers, à Banyuls et à Roscoff, de combler cette lacune, en étudiant principalement la *Sepia officinalis,* dont les pontes sont faciles à se procurer.

» Les branchies de l'embryon apparaissent dans les premiers temps du développement, sous forme de deux petits bourgeons situés symétriquement, par rapport au plan antéro-postérieur, sur le milieu de ce qui deviendra par la suite la paroi postérieure de la cavité palléale. Le bourgeon, produit par une poussée de la couche épithéliale par les cellules de la couche sous-jacente, ne tarde pas à s'allonger et à former une petite éminence bien différenciée, arrondie au sommet et fixée par une large base.

---

(1) On remarquera que les nombres exprimant le rapport du soufre difficilement oxydable au soufre total et à l'azote sont beaucoup plus faibles dans la seconde urine que dans la première. Cela tient à ce que, la production de la bile étant plus abondante sous l'influence du régime carné, il y avait dans ce cas, à cause de la fistule, une plus grande perte de soufre qui, sans cette circonstance, aurait été retrouvé dans l'urine à l'état de soufre difficilement oxydable.

Il m'a été impossible, même sur les embryons les plus jeunes que j'ai pu avoir, de constater la présence de cils vibratiles sur la branchie, tandis que la cavité palléale en est tapissée; le bourgeon s'aplatit ensuite de façon à présenter deux faces : l'une postérieure, appliquée contre la masse viscérale; l'autre antérieure, qui est ensuite recouverte par le manteau qui limite en montant la cavité respiratoire.

» Sur cette petite lame, qui a environ $\frac{4}{3}$ de millimètre de long, apparaît, vers le milieu, un premier pli horizontal, puis un second plus près de la pointe, puis un troisième encore plus près de l'extrémité libre, et ainsi de suite. Ces plis forment des enfoncements sur une des faces, correspondant à des éminences sur l'autre face; le bourgeon branchial est donc devenu une lame ondulée; successivement d'autres replis apparaissent, toujours vers la pointe, pendant que l'ensemble de l'organe s'accroît en dimensions, de façon que la longueur de $\frac{15}{10}$ de millimètre correspond à une douzaine de plis. Mais ceux-ci n'occupent pas toute la surface de la jeune branchie; un espace est réservé le long de ses deux bords, l'externe et l'interne, où se formeront, dans l'un le vaisseau efférent et dans l'autre la glande spéciale de la branchie.

» Une de ces ondulations, considérée dans sa totalité, peut être considérée comme un demi-cercle formé de trois courbes parallèles de cellules, une moyenne comprise entre une externe convexe et une interne concave; supposons les deux extrémités de cet arc fixées sur un même plan. Si l'accroissement se produisait avec une égale rapidité dans les trois couches de cellules, on aurait bientôt un grand cul-de-sac, non plus en demi-cercle, mais plus ou moins conique et profond; mais les choses se passent différemment : les cellules de la couche moyenne s'accroissent en nombre et chassent devant elles l'épithélium formant la surface convexe, tandis que celui qui forme la couche concave ne se modifie pas. En s'avançant de plus en plus au moyen d'un foyer terminal de division des cellules, la couche moyenne détermine une lame tapissée sur ses deux faces par l'épithélium convexe. Les cellules de cette lame, d'abord contiguës, ne tardent pas à se séparer les unes des autres, de façon à former des lacunes, et en de certains points des vaisseaux. Il en résulte que, ce processus se répétant alternativement à droite et à gauche de la lame ondulée primitive, on obtient des coupes de la branchie composées d'un axe un peu ondulé, d'où partent à droite et à gauche, en alternant, des lames d'autant plus longues que l'on s'éloigne davantage de l'extrémité de la branchie. Un peu plus tard, on distingue facilement une petite bandelette musculaire qui

suit le bord inférieur de chacune des lames composant la branchie et qui la fixe.

» Chacune des lames formées, comme je viens de le dire, produit à son tour une série d'ondulations en se plissant dans le sens de sa largeur. Mais, cette fois, les ondulations se creusent beaucoup et correspondent à de fortes éminences de l'autre côté; il ne se forme pas de productions nouvelles aux dépens de la couche moyenne qui reste partout égale et conserve ses deux épithéliums. Ces ondulations partent du point d'attache de la lame, pour aller en diminuant jusqu'à la pointe, où se trouve le foyer d'accroissement et où se forment les nouveaux plis.

» Enfin, dans l'adulte, on remarque un troisième système d'ondulations, de troisième ordre par conséquent, situées verticalement au point d'inflexion des lames dont je viens d'étudier la formation. Ces séries de nouveaux plis n'apparaissent qu'assez tard chez l'embryon; au moment où, sur le point de sortir de l'œuf, il mesure environ 15^{mm} de long, on n'en voit encore que des traces peu perceptibles, mais qui se distinguent assez bien en faisant des injections dans la branchie, opération fort délicate.

» Quant aux vaisseaux de la branchie, celui qui lui apporte le sang se voit de bonne heure, dès le commencement de la formation des lames; il occupe à peu près le centre de l'organe et est compris dans la base des lames et la glande de la branchie qui, elle aussi, est à cette époque nettement marquée. Le vaisseau efférent se ferme sur la crête de la branchie et sur le bord externe des lames; il est ondulé comme les parties qui le portent et sort de la branchie à la base pour se continuer par l'oreillette du cœur. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur les fonctions du sac rénal chez les Hétéropodes.* Note de M. L. **Joliet**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une série de Mémoires publiés de 1851 à 1855 sur les Ptéropodes et Hétéropodes, et en particulier sur le Phyllirhoë-Bucephalum et sur les Firoles, Leuckart, Müller et Gegenbaur ont attiré l'attention sur un fait qui était précisément, à la même époque, observé chez divers Acéphales par Kéber, de Lacaze-Duthiers et Langer : le fait de la communication de la cavité péricardique avec l'extérieur par l'intermédiaire de l'organe rénal.

» D'après les trois premiers auteurs, cette disposition anatomique a pour objet de permettre à l'eau ambiante puisée au dehors par l'organe rénal de

se mêler au sang. Cette opinion, développée en plusieurs passages de leurs écrits, a été reproduite par Claus dans son *Traité de Zoologie*.

» Leuckart déclare n'avoir pu, malgré ses efforts, observer le passage de l'eau du rein dans le péricarde. « Il est vrai, dit-il, que les effets de cet » afflux pourraient être contrebalancés et masqués par ce fait que l'eau » introduite pénétrait au fur et à mesure dans l'oreillette du cœur à travers » les perforations de sa paroi. »

» Pour ma part, voici ce que j'observai le 7 décembre 1880 sur un Phyllirhoë bien vivant :

» Au début, le sac rénal était plissé et chiffonné; je le vis se distendre lentement. Pendant toute la durée du gonflement, l'orifice externe resta clos, tandis que les cils de l'orifice péricardique battaient constamment de l'intérieur vers l'extérieur.

» Leur mouvement était certainement la cause de la distension lente du sac rénal. Lorsque celui-ci fut plein, l'orifice externe se desserra doucement, puis s'ouvrit; sa lumière ronde resta visible pendant quelques secondes, puis disparut. Pendant ce temps, le sac était revenu sur lui-même : il était de nouveau plissé, ratatiné et vide. Il avait versé au dehors tout son contenu. Je répétai à plusieurs reprises la même observation; elle me donna chaque fois le même résultat. D'ailleurs, tout mécanisme à l'aide duquel le sac rénal à parois minces et délicates pourrait se distendre de lui-même pour appeler l'eau du dehors m'a paru manquer.

» Chez les Firoles, il en est tout autrement. Non seulement les parois musculaires du sac rénal peuvent, en se contractant, diminuer comme chez le Phyllirhoë la cavité de l'organe, mais tout un système de muscles extérieurs peut produire une véritable diastole du rein par un mécanisme comparable à celui qui amène la diastole du cœur chez beaucoup de Crustacés.

» L'eau pénètre donc abondamment dans le rein des Firoles à chacun de ses battements; le fait est incontestable, mais il s'agit, pour nous, de savoir :

» 1° Si, dans les conditions normales, cette eau pénètre jusque dans le péricarde;

» 2° Si un liquide, au contraire, ne sort pas du même réservoir.

» Pour répondre à la première question, le 8 janvier dernier, je plaçai une Firole bien vivante dans l'eau de mer sous la loupe et versai quelques gouttes d'encre de Chine autour de l'orifice externe du rein. L'encre appelée par la diastole pénétra dans l'organe, puis en sortit à la systole. Je répétai l'expérience plusieurs fois. Jamais aucune particule colorée ne pénétra dans le péricarde.

» Je pris alors une pipette extrêmement fine; je l'introduisis dans l'orifice rénal, et avec précaution je remplis l'organe du même noir. A chaque systole qui suivit l'opération, une bouffée d'encre sortait du rein, à chaque diastole une ondée d'eau pure la remplaçait si bien qu'au bout de cinq ou six mouvements alternatifs l'organe fut complètement lavé sans qu'aucune particule d'encre soit entrée dans le péricarde défendu, comme j'ai pu le constater, par une véritable valvule.

» Cette expérience a été répétée plusieurs fois. Je crois pouvoir conclure que, dans l'état normal, l'eau qui baigne la cavité du rein ne pénètre pas dans le péricarde.

» Mais sort-il un liquide du péricarde? Répondre à cette deuxième question semblait plus difficile.

» J'introduisis encore ma pipette dans la cavité du rein, mais cette fois je poussai fortement l'injection qui, le rein une fois distendu, franchit le passage péricardique en forçant la valvule.

» Le péricarde fut rempli d'encre qui reflua même dans les lacunes viscérales. Après un instant de stupeur, le cœur recommença à battre, le rein également et alors j'eus le plaisir de voir qu'à chaque diastole du rein une bouffée d'encre sortait du péricarde pour aller dans le rein et de là au dehors.

» J'observai longtemps le jeu de ce mécanisme, grâce auquel peu à peu l'encre versée dans le péricarde était rejetée au dehors. Le cœur d'abord, masqué par l'encre très noire qui l'entourait, redevenait peu à peu visible; je pus alors constater qu'il était rempli d'un liquide parfaitement transparent, qu'aucune particule n'y avait pénétré et que les perforations de sa paroi, à travers lesquelles, d'après Leuckart, l'eau devrait s'introduire dans sa cavité, étaient purement imaginaires.

» La Firole était fort bien portante; le soir, je la mis au frais dans une cuvette et le lendemain je la retrouvai encore agile; de l'encre qui avait rempli le péricarde il ne restait plus aucune trace.

» Cette expérience répétée une seconde fois m'a donné les mêmes résultats.

» J'en conclus que, chez les Firoles comme chez le Phyllirhoë, le sac rénal a pour fonction de puiser un liquide dans le sang pour le verser au dehors, mais non de puiser de l'eau au dehors pour la verser dans le sang. Je ne veux pas tirer de ces expériences plus qu'elles ne peuvent donner légitimement et je n'étendrai pas pour le moment au delà mes conclusions, mais il semble *a priori* que, comme je l'ai souvent entendu professer à

M. de Lacaze-Duthiers, un organe dont la principale fonction est de sécréter des produits d'élimination tels que l'urée ne doit pas se trouver sur le trajet de courants d'eau dirigés vers l'organisme, tandis qu'au contraire il est fort bien à sa place sur le parcours d'un courant centrifuge.

» On sait depuis longtemps que chez les Mollusques des quantités d'eau souvent importantes peuvent être introduites dans le système veineux ou rejetées au dehors pour des besoins ordinairement mécaniques. Mais on sait aussi qu'il existe des orifices spéciaux, tels que ceux que M. de Lacaze-Duthiers a décrits dans le Dentale, dans le Pleurobranche orange et la Théthys léporine et qui peut-être peuvent remplir ce but.

» Pour ce qui regarde les Hétéropodes qui seuls font l'objet de cette Note, il me semble que l'organe rénal, à côté de sa fonction glandulaire, à côté de la fonction respiratoire qu'il accomplit incontestablement chez les Firoles, a encore pour fonction de verser continuellement au dehors l'excès d'eau qui peut être introduit dans le sang, soit par des orifices spéciaux, soit par simple endosmose.

» J'insisterai encore sur l'importance du volume d'eau qui semble traverser l'organisme de beaucoup d'animaux aquatiques.

» Quelques calculs basés sur mes observations sur le Phillirhoë me font penser que ce petit Mollusque rejette au dehors un volume de liquide qui équivaudrait pour l'homme à environ 48^{lit} d'urine en vingt-quatre heures.

» Chez les Rotateurs, le volume de liquide expulsé doit être, dans beaucoup de cas, encore bien supérieur, car la vésicule pulsatile se vide souvent toutes les deux ou trois minutes.

» Chez le *Polyarthra platyptera*, je l'ai vue se contracter jusqu'à dix fois par minute, ce qui représenterait, pour l'eau expulsée pendant une heure, un volume au moins égal à celui de l'animal lui-même. »

ZOOLOGIE. — *Remarques sur le* Crocodilus robustus, *Vaill. et Grand., de Madagascar*. Note de M. **L. Vaillant**, présentée par M. E. Blanchard.

« Dans une Note présentée à l'Académie il y a quelques années [1], nous avons fait connaître, M. Grandidier et moi, un Crocodile, le *Crocodilus robustus*, dont les débris avaient été recueillis à Amboulintsâtre au milieu d'os d'Épiornis et d'un Hippopotame, espèces dont on ne connaît plus

[1] *Comptes rendus*, séance du 15 juillet 1872.

aujourd'hui de représentants vivants, ce qui nous avait porté à admettre que ce Reptile devait être considéré comme ayant également disparu. Les actives et intelligentes recherches de M. Humblot viennent aujourd'hui montrer que cette manière de voir n'est pas exacte; ce voyageur, en effet, a rapporté les dépouilles d'un Emydosaurien qui, évidemment, appartient à cette même espèce. Trois peaux et un squelette ont été obligeamment mis à ma disposition; grâce à ces matériaux, il est possible de se faire une idée plus complète de cet animal, les débris précédemment trouvés n'ayant guère permis d'étudier que la tête et quelques parties de la colonne vertébrale.

» Le *Crocodilus robustus* est remarquablement fort et trapu; le plus grand des exemplaires, donné à la collection du Muséum, ne mesure guère moins de 5^m, le plus petit $2^m,90$, d'après M. Humblot; certains individus peuvent atteindre de très grandes dimensions : il en a tué ayant jusqu'à 8^m et même 10^m. Cet animal présente nettement les caractères du genre Crocodile; la quatrième dent inférieure passe en dehors de la mâchoire supérieure, la formule dentaire est $\frac{19 \cdot 19}{15 - 15}$, enfin les membres postérieurs sont munis d'une frange cnémienne et leurs doigts, au moins dans les deux espaces interdigitaux externes, sont palmés jusqu'à la naissance de la griffe. Par son angle symphysaire, variant, suivant les individus, de 38° à 45°, il se rapproche des Crocodiles à museau obtus. L'armure dorsale se compose d'une rangée de quatre écailles nuchales, d'un bouclier cervical formé de six scutelles sur deux rangs, très nettement séparé du bouclier dorsal; même sur le plus grand des exemplaires on ne trouve pas trace d'ossifications au ventre. La suture intermaxillo-maxillaire est rectiligne transversale.

» Ce Crocodile, on le voit par tous ces caractères, présente de grandes analogies avec ceux formant pour Gray la section des *Bombifrons* et en particulier est très voisin du *Crocodilus palustris*, Lesson (*Bombifrons indicus*, Gray); il en diffère surtout par son bouclier dorsal dont les verticilles, au milieu de la longueur, comptent six écailles sur une rangée transversale au lieu de quatre, comme cela se rencontre dans ce dernier.

On trouverait donc à Madagascar deux espèces bien distinctes de Crocodiles, ce *Crocodilus robustus* et le *Crocodilus madagascariensis*, Grand., celui-là rappelant la faune indienne, l'autre, par ses analogies avec le *Crocodilus vulgaris*, Cuv., var. *Suchus*, se rapportant plutôt à la faune africaine, fait en accord avec ce que les zoologistes ont déjà reconnu pour la répartition

des animaux dans cette île. D'après les renseignements précis fournis par M. Humblot, ces Crocodiles n'habitent pas les mêmes lieux : le premier, dont il est ici plus particulièrement question, se trouve dans de grands lacs de l'intérieur; le second, au contraire, se rencontre dans les lagunes du littoral et à l'embouchure des cours d'eau se jetant dans la mer. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la force osmotique des solutions diluées.* Note de M. **Hugo de Vries**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« A l'occasion de recherches sur la turgescence des cellules végétales, j'avais besoin de connaître la grandeur relative des forces avec lesquelles des solutions de diverses substances attirent l'eau, quand elles en sont séparées par une membrane perméable. Le cas le plus simple pour résoudre cette question est donné quand la membrane laisse uniquement passer l'eau, tandis qu'elle est impénétrable pour les substances dissoutes. Ce cas se trouve réalisé d'une manière suffisante, pour les recherches qui vont suivre, dans la plupart des cellules végétales turgescentes. C'est donc à celles-ci que j'ai eu recours dans mes expériences.

» Mon but étant de connaître la grandeur relative des forces osmotiques de diverses substances, j'en ai déterminé ce que j'appelle les *concentrations isotoniques* [1], c'est-à-dire les concentrations de leurs solutions aqueuses, qui attirent l'eau avec la même force. Ces concentrations seront inversement proportionnelles aux attractions exercées sur l'eau par un poids donné des substances en question. Or, si l'on exprime la concentration par molécule ($H = 1^{gr}$), les valeurs obtenues seront inversement proportionnelles aux attractions exercées par une molécule des substances dont il s'agit, attractions que je veux appeler *coefficients isotoniques.*

» Pour déterminer les concentrations isotoniques de diverses substances, je me suis servi du phénomène de la plasmolyse, c'est-à-dire de la contraction du protoplasme vivant, et j'ai cherché, pour chaque substance, à étudier la concentration la plus faible provoquant cette contraction. Suivant les principes de la méthode plasmolytique, ces concentrations seront isotoniques entre elles, et leurs valeurs réciproques donneront les coefficients désirés. En choisissant des plantes convenables, ces déterminations sont susceptibles d'une très grande précision.

---

[1] De ἴσος, égal, et τόνος, tension.

» Voici les coefficients que j'ai déterminés, et qui sont valables pour des solutions très diluées, contenant environ 1 pour 100 du corps dissous :

COEFFICIENTS ISOTONIQUES.

Premier groupe.		
Sucre de canne.......	$C^{12}H^{22}O^{11}$	1,9
Sucre interverti.......	$C^6H^{12}O^6$	1,9
Acide malique........	$C^4H^6O^5$	2,0
Acide tartrique.......	$C^4H^6O^6$	2,0
Acide citrique.......	$C^6H^8O^7$	2,0
Deuxième groupe.		
Azotate de potasse.....	$KAzO^3$	3,0
Azotate de soude......	$NaAzO^3$	3,0
Chlorure de potassium.	KCl	3,0
Chlorure de sodium...	$NaCl$	3,05
Chlorhydr. d'ammon..	AzH^4Cl	3,0
Acétate de potasse....	$KC^2H^3O^2$	3,0
Citrate acide de potasse.	$KH^2C^6H^5O^7$	3,05
Troisième groupe.		
Oxalate de potasse....	$K^2C^2O^4$	3,9
Sulfate de potasse.....	K^2SO^4	3,9
Phosphate de potasse..	K^2HPO^4	4,0
Tartrate de potasse...	$K^2C^4H^4O^6$	4,0
Malate de potasse.....	$K^2C^4H^4O^5$	4,1
Citrate acide de potasse.	$K^2HC^6H^5O^7$	4,1
Quatrième groupe.		
Citrate neut. de potasse.	$K^3C^6H^5O^7$	5,0
Cinquième groupe.		
Malate de magnésie...	$MgC^4H^4O^5$	1,9
Sulfate de magnésie..	$MgSO^4$	2,0
Sixième groupe.		
Citrate de magnésie...	$Mg^3(C^6H^5O^7)^2$	3,9
Chlor. de magnésium.	$MgCl^2$	4,3
Chlorure de calcium..	$CaCl^2$	4,3

» Il découle de ce Tableau :

» 1° Que les coefficients isotoniques des substances étudiées ont à peu près la même valeur pour les nombres d'un même groupe, et que ces valeurs sont, pour les divers groupes, à peu près dans le rapport de 2 : 3 : 4 : 5. Les groupes étudiés sont :

	Coefficients isotoniques.
1° Corps organiques	2
2° Sels alcalins, avec un atome de métal par molécule	3
» avec deux atomes de métal par molécule............	4
» avec trois atomes de métal par molécule	5
3° Sels alcalino-terreux, dérivés d'une molécule d'acide	2
» dérivés de deux molécules d'acide...	4

» Les sels des acides organiques et inorganiques, de même que les sels neutres et acides, obéissent également à ces lois. Les acides inorganiques libres et les bases libres n'ont pas jusqu'ici pu être étudiés par ma méthode.

» Pour les sels examinés, le coefficient isotonique est égal à la somme

des coefficients partiels de toutes les parties composantes. Ces coefficients partiels sont :

Pour les acides	2
Pour les métaux alcalins	1
Pour les métaux alcalino-terreux	0

» Par cette règle, on peut trouver les coefficients de combinaisons non encore étudiées, mais appartenant aux mêmes groupes, par exemple : oxalate acide de potasse, KHC^2O^4, $1 + 2 = 3$; oxalate neutre de soude, $Na^2C^2O^4$, $2 \times 1 + 2 = 4$. Il découle de cette loi que dans les doubles décompositions des sels neutres, tant organiques qu'inorganiques, des sels acides organiques et des acides organiques libres, la somme des attractions pour l'eau ne change pas.

» Les coefficients isotoniques laissent apercevoir une analogie frappante avec les abaissements moléculaires du point de congélation des solutions aqueuses, déterminés par les belles recherches de MM. de Coppet (1) et Raoult (2). En effet, les résultats de ces savants physiciens les ont conduits à réunir les substances étudiées dans des groupes analogues aux nôtres, tandis que, pour les combinaisons pour lesquelles les deux valeurs ont été déterminées, les rapports de ces abaissements sont sensiblement égaux à ceux de leurs coefficients isotoniques. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'interprétation d'une expérience de Hales concernant le rôle des vaisseaux.* Note de M. **J. Vesque**, présentée par M. P. Duchartre.

« Hales fit, à la base d'un vaisseau et alternativement à droite et à gauche, des encoches horizontales dépassant la moitié de l'épaisseur de l'axe. Cette opération a pour résultat d'interrompre la continuité de tous les vaisseaux ligneux. Le physiologiste anglais constata que les rameaux traités de cette manière restent frais.

» Dans ces derniers temps, on s'est appuyé sur cette expérience pour déclarer que les vaisseaux ne sont pas indispensables au mouvement de la sève ascendante. Je vais montrer qu'en faisant varier les conditions de l'opération on arrive à des résultats qui contribuent singulièrement à nous

(1) De Coppet, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXIII, XXV et XXVI.

(2) Raoult, *Comptes rendus*, t. XCIV, XCV et XCVI.

éclairer sur la voie suivie par l'eau dans le corps ligneux. Il résulte des expériences que j'ai communiquées à l'Académie, il y a plus d'un an, que lorsqu'un vaisseau est bouché par des chapelets de Jamin, les index d'eau sont souvent enlevés par les éléments anatomiques environnants, à condition que le rameau soit exposé au soleil et que sa section soit bouchée mécaniquement. La pénétration de l'eau des vaisseaux dans les fibres est si rapide qu'il m'a été possible d'observer directement un courant d'eau très sensible dans le vaisseau, au-dessous du point obstrué par les bulles de gaz. Quoiqu'on puisse reprocher à ces essais d'avoir été faits sur des rameaux coupés, il m'a semblé intéressant d'appliquer les notions acquises à l'explication de l'expérience de Hales.

» Lorsque les encoches superposées sont situées alternativement à droite et à gauche, il suffit que l'eau appelée vers les feuilles par la transpiration passe des vaisseaux dans les fibres pour décrire de légères ondulations autour des encoches. Il est vrai qu'une grande partie du bois devient inutile; mais, comme l'eau est *aspirée*, le mouvement sera d'autant plus rapide dans les parties qui servent encore au passage. Si cette manière de voir répond à la réalité des faits, on devra augmenter de beaucoup la résistance au passage de l'eau en obligeant la sève à parcourir un chemin transversal plus ou moins long.

» J'ai fait à ce sujet une série d'expériences qui me paraissent être décisives. En voici une, à titre d'exemple.

» 1. On pratique à la base d'un rameau d'*Aucuba* quatre encoches écartées de $0^m,01$ suivant la longueur du rameau et situées alternativement à droite et à gauche, de sorte que leur angle de divergence, pour parler le langage de la phyllotaxie, est d'une demi-circonférence.

» 2. Un autre rameau semblable, appartenant au même pied, reçoit également quatre encoches distantes de $0^m,01$, mais disposées de telle manière que leur plan de symétrie verticale fasse avec le plan de symétrie de l'encoche précédente un angle de 90° : leur angle de divergence est d'un quart de circonférence.

» Le premier rameau n'a nullement souffert, tandis que le second s'est fané au bout de peu de temps et n'a pas pu se rétablir.

» Il est facile de se convaincre, en effet, que le chemin transversal, de fibre en fibre, est incomparablement plus long dans le second cas que dans le premier. Il en résulte que les fibres servent bien au passage de l'eau, mais d'une manière accessoire; qu'elles sont en quelque sorte les auxiliaires des vaisseaux, mais que l'eau ne saurait traverser un grand nombre de

parois sans éprouver une résistance que les pressions en jeu sont bientôt impuissantes à vaincre.

» Le Saule (*Salix viminalis*) donne exactement les mêmes résultats que l'*Aucuba*, mais le Séringat (*Philadelphus coronarius*) s'est montré beaucoup plus résistant.

» On conçoit, du reste, que des plantes différentes doivent supporter plus ou moins bien les opérations dont nous nous occupons, et cela suivant leur structure anatomique. Les plantes vraiment herbacées, par exemple, se dessèchent à la suite de la simple expérience de Hales, les fibres ligneuses y faisant absolument défaut.

» Je termine cette Note par une expérience qui montre encore une fois combien les vaisseaux sont nécessaires au transport de l'eau dans la plante. Dans les expériences précédentes, je n'ai employé, pour les observations par injection, que des rameaux coupés. Cette fois, j'ai profité de l'innocuité de l'expérience de Hales pour injecter du mercure dans tous les vaisseaux d'un *Fuchsia*. Un tube de caoutchouc long de $0^m,05$ a été fendu suivant sa longueur et percé, sur le côté, d'un trou dans lequel j'ai engagé un petit tube de verre. Un rameau ayant été pourvu de deux encoches alternes a été enveloppé dans ce tube qui a été resoudé ensuite et solidement ficelé aux deux extrémités. J'ai pu injecter ainsi du mercure dans les vaisseaux d'une plante qui n'avait subi qu'une opération innocente par elle-même. Le rameau ainsi traité a présenté des traces évidentes de fanaison au bout de quinze minutes, délai tout à fait insuffisant pour que le mercure eût pu agir en raison de ses propriétés toxiques. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'observation directe du mouvement de l'eau dans les plantes*. Note de M. G. CAPUS, présentée par M. P. Duchartre.

« Il est à peu près démontré aujourd'hui que l'eau chemine à l'intérieur des vaisseaux du bois, grâce à la présence dans ces vaisseaux de chapelets de bulles d'air à une faible pression, qui fractionnent l'effet de la pesanteur. C'est à M. Bœhm qu'on doit principalement la théorie actuelle sur le mouvement de l'eau.

» M. Vesque a publié dernièrement, dans les *Comptes rendus*, une Note intéressante, dans laquelle il démontre d'une façon fort élégante le mouvement de l'eau dans les vaisseaux d'un rameau coupé en biseau. M. Vesque me donna l'idée de vérifier et d'examiner le contenu des vaisseaux et la translation de l'eau directement sur la plante vivante.

» Pour ce faire, je choisis des plantes un peu fistuleuses ou pourvues d'une moelle tendre, facile à extirper, telles que le Bégonia, le Dahlia, le Topinambour. La plante qui se prête le mieux à ces sortes d'observations est le Bégonia. Au moyen d'un bon rasoir plat, on fait, dans l'entrenœud, une coupe tangentielle à la tige, longue de quelques centimètres, de façon à entamer la tige à peu près jusqu'à la profondeur du cambium des faisceaux. Il faut que cette coupe soit légèrement concave pour éviter le risque d'observer un vaisseau coupé en haut ou en bas. Ensuite, du côté opposé de la tige et au niveau de la première coupe, on pratique deux encoches pénétrant jusqu'à la moelle, ce qui permet d'enlever cette partie de la tige en mettant à nu le canal médullaire ou la moelle. On extirpe celle-ci délicatement, de manière à ne pas entamer le bois primaire du fond, et l'on obtient de la sorte une coupe transparente dans laquelle sont compris intacts les vaisseaux à examiner. Le microscope est disposé horizontalement en face de la coupe ainsi préparée sur un cathétomètre dont les différentes vis permettent de mettre au point. On peut opérer sur des pieds de plantes en pleine terre, ou mieux sur des plantes en pot qu'il est plus facile d'immobiliser au moyen d'un tuteur. Pour se rapprocher davantage des conditions normales, on dispose sur la coupe une goutte d'eau aplatie par une lamelle de verre fixée à la tige avec un peu de baume du Canada, ou simplement retenue par capillarité. La préparation faite, on place la coupe contre la lumière, et l'on voit que les vaisseaux et les fibres du bois sont remplis de bulles d'air plus ou moins nombreuses et longues, disposées en chapelet. Quand le temps est humide, le ciel voilé et la terre trempée, la plante est plus injectée d'eau et les bulles d'air plus rares. Elles sont plus nombreuses et plus longues si le temps est sec et si le soleil donne directement sur la plante.

» Les limites de cette Note ne me permettent pas de reproduire et de discuter les courbes qu'on obtient par le mouvement des ménisques. Elles montrent que, dès que le soleil ne donne plus sur la plante, celle-ci tend à s'injecter : les index d'air diminuent d'étendue dans les vaisseaux et finalement disparaissent. Dans ce cas, l'absorption par les racines l'emporte sur la transpiration. Si, au contraire, la transpiration est relativement active, les index se déplacent dans le sens de la hauteur et accusent indirectement le mouvement ascensionnel de l'eau dans les vaisseaux.

» Quand on dépose une goutte d'alcool ou d'acide sulfurique pur sur une des extrémités de la coupe, on provoque dans les vaisseaux un mouve-

ment violent d'eau qui déplace les index et vide en partie les vaisseaux. Quand on chauffe violemment l'atmosphère qui entoure la plante et les feuilles elles-mêmes, on remarque également un déplacement désordonné des index d'air; mais, dans ce cas, il faut faire la part de la dilatation de l'atmosphère intérieure de la plante.

» Je tâcherai d'appliquer ce mode de vivisection à l'observation d'autres phénomènes physiologiques. »

GÉOLOGIE. — *Calcaires saccharoïdes et ophites du versant nord des Pyrénées.* Note de M. DIEULAFAIT, présentée par M. Hébert.

« Les marbres statuaires des Pyrénées, considérés comme *primitifs* par Charpentier, ont été portés successivement jusque dans le néocomien, et cette dernière idée reparaît dans les travaux les plus récents sur les Pyrénées. La plus importante discussion qui ait eu lieu à ce sujet se produisit en 1874 devant l'Académie. Coquand rapportait ces calcaires au terrain carbonifère, mais Leymerie repoussait cette idée, au moins pour ceux de la région de Saint-Béat. Dans ses derniers travaux (*Description géologique de la Haute-Garonne*), il est revenu à l'opinion de Charpentier.

» Quand de la plaine de Saint-Béat on s'élève vers le sommet du Gar, on rencontre successivement: 1° granite; 2° gneiss; 3° silurien; 4° dévonien; 5° schistes et calcaires à goniatites; 6° système de grès rouges psammitiques et poudingues; 7° ophites; 8° calcaires rubanés avec lentilles de calcaire saccharoïde; 9° dolomies grisâtres; 10° puissante série calcaire; 11° néocomien fossilifère.

» Leymerie a donné cette même coupe. Parti du village de Besins, il rencontre en sortant une ophite tigrée. « Ce gisement, dit-il (p. 438), se » trouve à l'origine du massif calcaire, sans interposition visible de grès » rouge que je n'ai vu nulle part dans cette excursion. » En se reportant à notre coupe, on voit que la place du grès rouge est *sous* l'ophite. Dès lors Leymerie, partant de l'ophite pour s'élever dans la série, laissait nécessairement le grès rouge derrière lui: à Besins même l'ophite est supportée par le grès rouge type. En outre, j'ai constaté que ce grès rouge s'étend régulièrement sur le versant ouest du Gar, et qu'entre lui et la base des escarpements calcaires l'horizon ophitique continue à se développer.

» Les mêmes faits se reproduisent à l'est, dans le grand massif compris entre la Garonne et Saint-Lary dans l'Ariège, et à l'ouest, à travers la Barousse, au loin dans les Basses-Pyrénées. Quel est l'âge de ces calcaires qui

recouvrent directement les ophites? Au sujet de l'ensemble, Leymerie écrit : « En traversant tous les éléments superposés qui constituent la masse se- » condaire du Gar, je n'ai rencontré aucun débris organique qui puisse » apporter quelque secours pour sa détermination (p. 441). » J'ai été plus heureux, grâce à une indication de M. François, inspecteur général des Mines. Leymerie a écrit dans une Note (p. 441) : « Il (M. François) désigne » d'ailleurs l'assise inférieure de la formation *b* de notre coupe par le nom » de *calcaire à bélemnites*, ce qui n'implique pas nécessairement qu'il y » aurait vu ce fossile ». J'ai trouvé cette année des tronçons de bélemnites complètement caractérisés depuis le point culminant de l'assise *b* de Leymerie jusqu'au chemin qui remonte la vallée du Gar. Dans ces mêmes assises à bélemnites, j'ai trouvé deux autres fossiles d'une valeur absolument précise, la *Terebratula Jauberti* et la *Rhynchonella meridionalis*. Ces deux fossiles, toujours associés, abondent dans le sud-est de la France. Ils caractérisent le lias *supérieur* (et non le lias *moyen*, comme le dit la *Paléontologie française*). Ils forment de véritables bancs au-dessus de l'*Ammonites bifrons*.

» Entre les assises les plus inférieures qui m'ont fourni des bélemnites et la partie supérieure des roches ophitiques existe une épaisseur de 100^m à 120^m de calcaires. Par tous leurs caractères, ils se lient aux calcaires à bélemnites. En remarquant que les assises à *Rhynchonella meridionalis* sont déjà du lias supérieur *élevé*, que partout dans le midi de la France les premières assises à bélemnites sont supportées par 100^m à 200^m de calcaire dolomitique et saccharoïde appartenant encore au lias, la conclusion qui s'impose pour les calcaires de la base du Gar est qu'ils dépendent du lias. Je reviens donc absolument à l'ancienne opinion de Dufresnoy, seulement j'apporte la preuve paléontologique de son exactitude, preuve dont le premier mérite revient à M. François.

» Partant de certaines analogies, Leymerie était aussi arrivé à attribuer au lias la base des calcaires du Gar; mais, outre qu'il n'en avait fourni aucune preuve paléontologique, comme il le reconnaît lui-même, il se refusait à admettre que le marbre de Saint-Béat fût du même âge que celui de la base du Gar. Je reviendrai sur cette question spéciale, mais le point qu'il importe aujourd'hui de bien préciser, c'est que la base du calcaire du Gar appartient au lias : car, ce point bien établi, il en résulte pour la question des ophites des Pyrénées une simplification de premier ordre. En effet, les ophytes de Lez, d'Eup, de Besias, etc., supportant directement les calcaires du lias, deviennent identiques aux ophites des marnes gypseuses du Saint-Gironais, qui, elles aussi, sont directement recouvertes par

le lias. D'un autre côté, les grès qui, dans la région de Saint-Béat, servent de base aux ophites et succèdent aux calcaires à goniatites, deviennent le prolongement matériel de ceux qui, dans la première région, succèdent, comme à Saint-Béat, au calcaire à goniatites. La seule différence que présentent les deux régions, c'est que, dans celle de Saint-Béat, le système gréseux est moins puissant et surtout qu'il n'est pas recouvert par des marnes avec ou sans gypse, comme dans la première région. Mais cette différence, au lieu de constituer une difficulté, simplifie au contraire les choses au point de vue de ce que je crois être la vérité. En effet, l'observation sur les lieux et l'analyse chimique montrent que les marnes et les argiles sur lesquelles reposent les gypses, et qui alternent avec eux, proviennent en partie de la décomposition de roches ophitiques. Dans certaines régions, les roches ophitiques ont résisté : c'est le cas pour la variété appelée *lherzolithe*. Voilà pourquoi, dans les régions sans marnes, on voit avec une netteté absolue les roches ophitiques succéder au grès rouge et passer, sans transition aucune, au calcaire saccharoïde ; voilà aussi pourquoi, dans les régions où les marnes sont développées, on ne voit jamais le contact des roches ophitiques et de celles qui les supportent : les marnes recouvrent toujours la base des ophites.

» Les faits qui viennent d'être exposés, rapprochés de ceux que j'ai fait connaître pour la Corse, conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° Les calcaires saccharoïdes de la région pyrénéenne dont fait partie Saint-Béat appartiennent au lias.

» 2° Il n'y a dans les Pyrénées qu'un seul niveau ophitique entre le calcaire à goniatites et la base du lias.

» 3° Cette zone ophitique dans les Pyrénées correspond complètement à l'horizon des terrains ophiolithiques de la Corse. Dans les deux régions l'âge général est le même, et l'analogie la plus étroite se poursuit dans l'association des roches et jusque dans les détails microscopiques de chacune d'elles.

» Dès lors, dans les Pyrénées comme en Corse, l'horizon ophitique devient un horizon géognostique d'autant mieux caractérisé que le type ophite est plus facile à reconnaître. Quant à la question d'*origine* pour ces roches, elle reste entière, seulement il faut abandonner complètement cette idée admise jusqu'ici, que ces roches appartiendraient aux âges les plus divers. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les hivers anormaux.* Note de M. L. TEISSERENC DE BORT, présentée par M. Hervé Mangon.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 18 septembre 1882, j'indiquais comment les principaux caractères de l'hiver de 1879 s'expliquent par le déplacement des grands maxima et minima de pression; je vais montrer aujourd'hui qu'il en est de même des autres hivers anormaux.

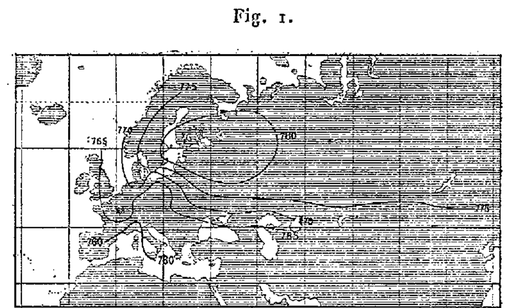
» Pour étudier cette question, j'ai construit les cartes de pression moyenne de plus de quarante mois d'hiver commençant à 1838, et suivi sur les cartes quotidiennes, publiées depuis vingt-quatre ans dans les divers pays, les phases de la circulation de l'atmosphère pendant les mois anormaux.

» Cette étude m'a amené à classer, suivant la disposition des isobares qui avait prévalu, les divers mois d'hiver en plusieurs types, dont les uns présentent des températures inférieures, les autres des températures supérieures à la moyenne.

» *Types avec temps froid.* — Les types froids sont au nombre de trois :

» 1° Le type caractérisé par le déplacement des hautes pressions de l'Asie vers l'Europe correspond à un temps sec et assez froid. Généralement le

Fig. 1.



Isobares moyennes de janvier 1838.

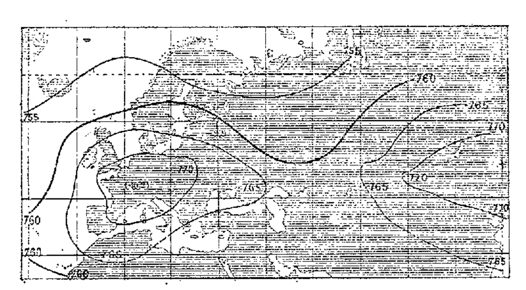
maximum barométrique se segmente en deux, une partie de l'aire des hautes pressions reste vers l'extrême est de l'Asie, l'autre occupe la Sibérie occidentale, la Russie du nord et la Finlande. La pression va en diminuant vers la Méditerranée et l'Océan. Ce type se reproduit surtout en janvier, et il a prédominé en janvier 1838, 1842, 1861, 1876, 1879 (voir *fig.* 1).

» 2° Un autre type est caractérisé par le déplacement du maximum barométrique de Madère qui occupe la France et l'Europe centrale et par

la présence des basses pressions dans la région de Tobolsk et dans les parages des Açores.

» Ce type coïncide presque toujours avec un temps calme et froid et

Fig. 2.



Isobares moyennes de décembre 1879.

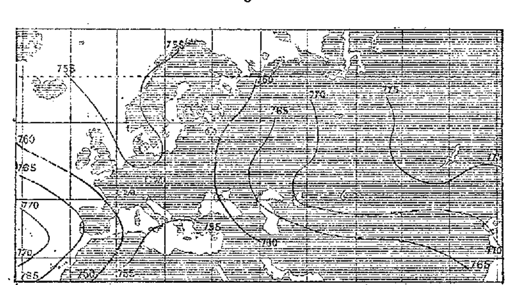
se montre surtout en décembre; il a prédominé en décembre 1864, 1865, 1875, 1879 et en janvier 1864 et 1880 (voir *fig.* 2).

» Dans ces deux cas, l'abaissement de la température se produit surtout sur place par l'effet du rayonnement.

» Ce type est caractérisé par le déplacement du maximum barométrique de Madère et de l'Océan, vers le nord, et par la présence de pressions relativement basses sur l'Europe centrale ou sur la Méditerranée. Il peut y avoir en même temps un affaiblissement des hautes pressions de l'Asie, qui se traduit par une baisse du baromètre vers Tobolsk.

» Dans le type **3**, le froid, au lieu d'être causé par le rayonnement seul, est souvent apporté du nord par le vent et entretenu par des chutes de

Fig. 3.



Isobares moyennes de décembre 1874.

neige assez fréquentes : aussi la quantité d'eau tombée est-elle en moyenne bien supérieure à celle que l'on note avec les types précédents, mais le froid est moins vif que dans les types **1** et **2**.

» Les périodes froides de l'hiver rigoureux de 1870-71 appartiennent au type 3; il a prédominé aussi en décembre 1867, 1871, 1874, 1878 et en janvier 1868 (voir *fig.* 3).

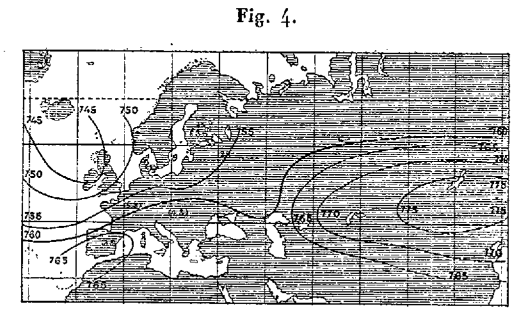
» *Types avec temps doux.* — Les temps très doux en hiver sont amenés toujours par la prédominance des vents de l'Océan, mais ils peuvent présenter deux types différents. Dans les deux cas, la quantité de pluie est ordinairement considérable.

» Le type 4, qui correspond à la prédominance des vents de sud-sud-ouest et sud-ouest, est caractérisé par la présence des basses pressions sur le nord de l'Europe, s'étendant, d'une part, sur l'Atlantique et, de l'autre, sur une partie de la Sibérie; en même temps, les hautes pressions de Madère remontent vers le nord-est et couvrent l'Espagne et une partie de la Méditerranée, ce qui amène un abaissement du baromètre vers les Açores.

» Dans ces conditions, le vent garde la direction du sud-ouest pendant longtemps et nous apporte la chaleur des contrées plus méridionales. Tout le nord de l'Europe est traversé par ce vent et les températures douces s'étendent sur la Russie, quelquefois jusqu'au nord-ouest de la Sibérie.

» Le mois de décembre 1868 (voir *fig.* 4) appartient à ce type; sa tem-

Fig. 4.



Isobares moyennes de décembre 1868.

pérature a été de 8°, 7 à Paris, soit 5°, 2 au-dessus de la normale; elle a été de — 3°, 8 à Saint-Pétersbourg.

» Le type 5 est caractérisé par la proximité du minimum océanien qui gagne les îles Britanniques et s'étend même sur nos régions pendant que des pressions assez hautes se montrent sur la Russie.

» Dans ce cas, les vents du sud-ouest à l'ouest viennent de contrées moins méridionales que dans le cas précédent, mais ils soufflent avec force, en sorte qu'ils nous apportent sans trop de perte de chaleur l'air tiède de la mer. La température se maintient ainsi assez douce sur l'ouest

de l'Europe; mais, par suite de la proximité du maximum barométrique de Russie, à mesure que l'on s'avance vers l'intérieur de l'Europe, les vents deviennent de plus en plus continentaux et la température s'abaisse. En Russie, les vents soufflent d'est à nord-est avec des froids très vifs. Ainsi la moyenne température de janvier 1877 a été à Paris de 6°,6 et à Saint-Pétersbourg de — 10°,3.

» La douceur exceptionnelle de l'hiver 1876-1877 a été déterminée par la prédominance du type 5. On peut encore citer les mois de dé-

Fig. 5.



Isobares moyennes de janvier 1877.

cembre 1862, 1872, de janvier 1860, 1872, 1873, qui ont présenté le même type (voir *fig.* 5).

» Les caractères principaux des diverses périodes des hivers (et en général des saisons) dépendent donc de la position des grands maxima et minima du globe et de leur tendance à persister ou à se reproduire dans certaines régions. Les changements de position de ces centres d'action suffisent pour déterminer les caractères si différents du temps dans des régions voisines. Ainsi, l'hiver de 1879-1880 a été exceptionnellement froid en France et dans une grande partie de l'Europe, pendant qu'il était très doux au nord de la Norwège.

» Cette contradiction apparente s'explique quand on étudie l'ensemble du phénomène; en effet, le même déplacement dans la position des maxima et minima barométriques détermine dans des régions peu distantes des vents différents, influe sur la nébulosité et les conditions favorables au rayonnement et, par cela même, amène des modifications de la température dans des sens contraires.

» Quant à la cause même du déplacement des grands centres d'action, elle est encore fort obscure. »

M. Chapel adresse deux Notes intitulées « Sur les conclusions à tirer du rapprochement de certaines statistiques » et « Sur des colorations insolites du Soleil et de la Lune ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 novembre 1883.

L'Eclairage électrique; par le comte Th. du Moncel. I. *Générateurs de lumière*, 3e édition. Paris, Hachette et Cie, 1883; in-12.

Perak et les Orangs-Sakéys. Voyage dans l'intérieur de la presqu'île malaise; par Drau de Saint-Pol Lias. Paris, E. Plon, 1883; in-12. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Notice nécrologique sur Jules de la Gournerie; par M. E. Lebon. Paris, Gauthier-Villars, 1883; opuscule in-4°.

La traction électrique par accumulateurs appliquée aux tramcars de Paris; par E. Reynier. Paris, J. Michelet, 1883; opuscule in-8°. (Extrait du Journal *l'Electricien.*)

Traité d'Anatomie comparée pratique; par le prof. C. Vogt et E. Yung, 3e liv. Paris, C. Reinwald, 1883; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Faune de la Sénégambie; par A.-T. de Rochebrune; IIe fascicule : *Mammifères.* Paris, O. Doin, 1883; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Recherches sur le développement des podurelles; par M. V. Lemoine. Paris, Chaix, 1883; in-8°.

Analyse micrographique des eaux; par A. Certes. Paris, Bernard Tignol, 1883; br. in-8°.

Marino Pompei. *La materia considerata come forma d'energia.* Pesaro, Premiato, 1883; in-8°.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the royal Observatory, Greenwich, in the year 1881. London, G. Eyre and W. Spottiswoode, 1883; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 NOVEMBRE 1883.

Monographiæ Phanerogamarum prodromi nunc continuatio, nunc revisio editoribus et pro parte auctoribus ALPHONSO *et* CASIMIR DE CANDOLLE; vol. quintum, Pars prima, cum tabulis XXXII : *Cyrtandreæ,* auctore C.-B. CLARKE. Parisiis, sumptibus G. Masson, 1883; in-8°.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France; 1re série : *Animaux invertébrés;* liv. LXII-LIII. Paris, G. Masson, 1883; 2 liv. in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

L'Iguanodon bipède de Bernissart, au musée de Bruxelles; par M. le cap. CHARRIN. Bruxelles, Lebègue et Cie, 1883; br. in-8°.

Essai d'une description géologique de l'Algérie pour servir de guide aux géologues dans l'Afrique française; par A. PERON. Paris, G. Masson, 1883; in-8°. (Deux exemplaires.)

Traité théorique et pratique du massage (méthode de Mezger en particulier; par le Dr G. NORSTROM. Paris, A. Delahaye, 1884; in-8°.

Note sur les méthodes d'exploitation souterraine fondée sur l'abandon de massifs; par M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE. Nimes, imp. Roger et Laporte, 1883; opuscule in-8°.

Note sur le profil d'équilibre des tractions mécaniques en rampes. Formules analytiques relatives aux lois de la richesse des filons; par M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE. Paris, Dunod, 1883; 2 br. in-8°. (Extrait des *Annales des Mines.*)

Sur la valeur morphologique de l'articulation mandibulaire, du cartilage de Meckel et des osselets de l'ouïe, etc.; par M. le prof. P. ALBRECHT. Bruxelles, G. Mayolez, 1883; opuscule in-8°.

The nautical almanac and astronomical ephemeris for the year 1887 *for the meridian of the royal Observatory at Greenwich.* London, J. Murray, 1883; in-8°.

Almanaque nautico para 1885. Barcelona, 1883; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 NOVEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Charcot*, pour remplir, dans la Section de Médecine et Chirurgie, la place laissée vacante par le décès de M. J. Cloquet.

Il est donné lecture de ce décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Charcot** prend place parmi ses Confrères.

M. **Mouchez** fait hommage à l'Académie de deux nouveaux Volumes d'*Observations* des *Annales de l'Observatoire de Paris* et du Volume XVII des *Mémoires*.

Un des Volumes d'*Observations* contient la *description du nouveau cercle méridien du jardin et la détermination de ses erreurs instrumentales*, par MM. Lœwy et Périgaud.

Le Volume des *Mémoires* contient les travaux suivants :

1° *Sur une inégalité lunaire à longue période due à l'action perturbatrice de*

Mars et dépendant de l'argument $\varpi + l - 24l' + 20l''$, par M. C. Gogou (précédemment élève de l'École d'Astronomie, actuellement professeur à l'Université de Bucharest);

2° *Théorie du mouvement de Vesta* (suite), par M. G. Leveau;

3° *Recherches historiques sur les étalons de poids et mesures de l'Observatoire et les appareils qui ont servi à les construire*, par M. C. Wolf;

4° *Sur l'orbite de la comète de* 1812 (*Pons*) *et sur son prochain retour*, par MM. L. Schulhof et J. Bossert;

5° *Sur la comète périodique de d'Arrest et sur son prochain retour en* 1883, par M. G. Leveau.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Phénomènes volcaniques du détroit de la Sonde* (26 *et* 27 *août* 1883); *examen minéralogique des cendres recueillies;* par M. **Daubrée.**

« Les télégrammes qui ont fait connaître, il y a deux mois, les effroyables phénomènes volcaniques survenus dans le détroit de la Sonde commencent à se compléter par des documents plus circonstanciés, parmi lesquels je citerai, d'après des Communications faites à la Société de Géographie, ceux que M. Brau de Saint-Pol-Lias a récemment recueillis en Hollande, et ceux que contient une Lettre de M. Errington de la Croix, directeur des mines d'étain de Perak.

« Le détroit de la Sonde, dans sa passe la plus resserrée, au nord-est, a environ 25^{km} entre Agnèr (Anjer) sur la côte de Java et le cap Tova (le cap Vieux) sur la côte la plus rapprochée de Sumatra. Il va en s'élargissant vers le sud-ouest, et à sa sortie il présente, entre le cap Koulon de Java et le cap Tchina (Tjina, cap chinois) de Sumatra, une largeur de 100^{km}.

» La ligne des profils que l'Académie a sous les yeux traverse le détroit en diagonale, du sud au nord, allant du cap Koulon au pied de la montage Radjah-Cassa (le Roi-Mouillé), sur une étendue de plus de 110^{km}.

» Krakatoa, Kratataou ou plutôt Rakata, comme les indigènes l'appellent, est au centre du détroit, à peu près à égale distance de Poulo-Panaïtou, appelée aussi île du Prince, voisine du cap Koulon et de la montagne de Sumatra, le Rudjah-Balla, dont le sommet domine le détroit de la Sonde d'une hauteur de 1400^{m}.

» Krakatoa était l'île la plus haute du détroit : son altitude dépassait 800^{m}.

» Depuis quelque temps déjà le Krakatoa était en éruption. Les habitants des deux extrémités de Java et Sumatra, accoutumés au phénomène, n'en étaient nullement inquiets, lorsque le dimanche 26 août, à 5^{h} du soir, se produisit une formidable détonation; elle fut suivie d'autres explosions, qui se continuèrent sans interruption jusqu'au lendemain lundi dans l'après-midi.

» Le lundi matin, le fond du détroit soulevé produisait une formidable vague qui, se précipitant sur les deux côtes opposées, ravageait, détruisait tout sur son passage. Le volcan lançait alors à une hauteur inouïe des masses énormes de rochers, de lave et de pierre ponce. Un navire hollandais qui passait, le *Gouverneur general Loudon,* avait $0^m,50$ de cendres sur le pont. La mer, tout autour du volcan, était couverte de pierre ponce sur une épaisseur de $2^m,30$. La ville de Bétaïra, quoique assez éloignée, fut en plein jour plongée dans une obscurité complète, une pluie de cendres ne cessant de tomber et donnant à la ville une apparence neigeuse singulière sous les tropiques. Dans l'après-midi de lundi, les explosions devinrent plus violentes, et enfin, avec une détonation finale, la plus épouvantable de toutes, le volcan disloqué lançait son dèrnier jet de lave dans un effort suprême, et s'anéantissait sous les mers. L'Océan étale aujourd'hui ses eaux calmes sur la place que cette montagne occupait. M. Errington de la Croix pense que la destruction complète du Krakatoa est due à de la vapeur d'eau; que des fissures sous-marines avaient dû se produire pendant l'éruption et que les eaux, se précipitant dans le volcan, se sont instantanément vaporisées avec une tension bien capable de briser la montagne entière. Au moment de l'explosion finale, l'île de Soungpan se partagea en cinq îlots, et en même temps seize autres volcans faisaient leur apparition entre Siben et le point qui était autrefois Poulo-Krakatoa.

» Quant aux effets produits, ils sont horribles! On parle de trente mille victimes. La belle province de Bantam à Java n'est plus qu'un vaste désert que la vague monstrueuse a d'abord ravagé et que les cendres ont recouvert ensuite. Les villages ont été détruits, les habitants sont morts, on ne voit plus que des cadavres d'hommes et d'animaux noyés et carbonisés.

» Dans le district de Tjiringin, dix mille personnes ont péri.

» Sumatra présente dans le détroit de la Sonde deux grandes baies : la baie de Semanglia et la baie des Lampoug, au fond de laquelle est le chef-lieu de la province de ce nom. Telok-Betoung, naguère si riant et siège d'un président hollandais, n'est plus un port. Un immense barrage s'est formé en quelques heures par l'éruption du Krakatoa et ferme absolument la baie. C'est une barre flottante de pierre ponce, longue de 30^{km} peut-être, sur une largeur qu'on évalue à plus de 1^{km} et une profondeur de 4^m à 5^m : elle s'enfonce de 3^m à 4^m sous l'eau et émerge de 1^m environ. Ces chiffres donnent 150 millions de mètres cubes de projectiles. Cette muraille mouvante, élastique, qui se balance au flux et au reflux de la mer, viendra sans doute à se rompre. Mais pour le moment aucun navire ne saurait tenter de la traverser, et Telok-Betoung n'est plus accessible que par la voie de terre. »

» Une autre observation montre combien l'éruption de cendres a été abondante :

« D'après M. Loyseau, capitaine du *Salazie,* le navire, dans sa traversée de Calcutta à la Réunion, a été inondé par une pluie de sable qui a duré trente-six heures. Le 28 août dernier, à 5^h du matin, étant par $9°15'$ de latitude sud et $90°30'$ de longitude est, c'est-à-dire à 500^{km} dans l'ouest du détroit de la Sonde, il reçut un orage violent accompagné d'éclairs et de coups de tonnerre effrayants. La pluie tomba par torrents pendant trente minutes environ, et, après quelques minutes d'intervalle, l'eau fut remplacée par du sable

qui aveuglait les voyageurs. On avait une forte houle du nord et la mer avait une couleur blanchâtre comme si l'on eût été sur un banc de corail. A ce moment, le ciel était d'une couleur à peu près semblable au sable qui tombe, et le soleil qui s'est dégagé un peu avant midi avait une couleur jaunâtre tirant sur le rouge.

» Toute la soirée ce ne fut plus du sable, mais une pluie de poussière blanche et impalpable. Ce phénomène ne s'est arrêté que dans la nuit, et le 29, au point du jour, le navire était blanc dans toutes les parties, comme s'il avait été couvert de neige.

» Au point de vue maritime, la situation du détroit de la Sonde est changée aussi. Le fond est bouleversé; tous les phares ont été détruits ; la navigation n'offre plus la moindre sécurité. Différents gouvernements ont envoyé des navires pour refaire complètement l'hydrographie de ce passage si fréquenté.

» Voilà le bilan des deux journées des 26 et 27 août. On se souviendra toujours de ce terrible événement, le plus horrible peut-être qui se soit jamais produit.

» Quelques sommets secondaires du massif montagneux du Krakatoa émergent à peine, comme on vient de le dire, soit des bords de l'île détruite, soit des petites îles qui étaient tout près d'elles, comme ses satellites, et dont l'île Longue est la plus importante. En revanche, sept nouvelles îles ont surgi, au nord entre Rakata et sa voisine, l'île de Fer (Poulo-Bessi) dont elle n'était distante que de 18^{km}. Poulo-Bessi, presque aussi haute que l'était Rakata, n'a pas changé, pas plus que l'île du Livre (Poulo-Seboukou) qui s'élève au delà.

» Toute la côte des Bantam, la province occidentale de Java sur le détroit de la Sonde, s'est effondrée comme Rakata elle-même. Agnèr n'est plus qu'un marécage, et c'est là surtout qu'ont péri par milliers ces Soudanais, les plus doux, les plus soumis des indigènes de la grande île. C'est le pays par excellence des légendes. Le tigre et le crocodile y sont en grande vénération. Ces grands phénomènes géologiques, éruptions volcaniques et tremblements de terre, fréquents dans cette contrée, sont bien faits pour entretenir dans leurs superstitions ces populations naïves, et plus d'une des malheureuses victimes qui ont péri dans la dernière catastrophe a dû se pencher vers la terre, la sentant osciller sous ses pieds, pour crier, en faisant un porte-voix de ses mains : « *Ada orang!* » (Il y a du monde!) Mais le grand serpent qui soutient la terre a continué à s'agiter sans les entendre. »

« La disparition du Krakatoa rappelle l'écroulement partiel d'un gigantesque cône trachytique des Andes, du Carguairazo, voisin du Chimborazo, qui eut lieu le 19 juillet 1698.

» Le petit vapeur du Président de Telok-Betoung, stationnant dans le port, a été retrouvé dans l'intérieur des terres à plusieurs kilomètres de la mer. La grande vague produite par l'effondrement de l'île avait, dans le port même de Batavia, dit un témoin oculaire, au moins 5^m de haut. Un navire, portant des coolis dans les Lampongs, après le sinistre, et qui a sans doute rencontré le premier la grande muraille de pierre ponce, a dû retourner à Java avec ses passagers. Le capitaine d'un autre navire qui traversait le détroit, à cette même date, a raconté qu'il s'est trouvé un mo-

ment dans un tel encombrement de corps humains surnageant à la surface des flots que la marche de son bateau en a été ralentie : il traversait un banc de cadavres.

» Pendant toute la nuit de la catastrophe, M. de la Croix, qui réside à Pérak, à environ 1200^{km} de Krakatoa, a entendu des détonations qu'il prenait pour des salves tirées en l'honneur du gouverneur des Straits Settlements, Son Excellence Sir Frédéric Weld, devant arriver le lendemain matin à l'établissement français pour être le parrain d'une première machine à vapeur, et l'on prétend que l'explosion du volcan aurait été entendue jusqu'à Pointe-de-Galles.

» Il s'est produit à l'île de la Réunion et à Maurice un phénomène qui peut être regardé comme une conséquence du grand tremblement de terre du détroit de la Sonde.

» Le lundi 27 août, le temps était calme, il n'y avait dans la rade de Saint-Pierre (Réunion) et dans les passes conduisant au port aucune houle; la mer était boueuse jusqu'à une certaine distance au delà des récifs. Pendant toute la journée, il y a eu alternativement élévation de la mer au-dessus du niveau des plus hautes marées et recul au-dessous des plus basses mers. Ces variations de niveau se produisaient d'une façon presque brusque. Le flot montait pendant cinq minutes, restait étalé à peu près le même temps, puis se retirait brusquement, pour remonter aussitôt après. Le recul de la mer était si prononcé que certains récifs, qui n'ont jamais été découverts, ont émergé à Saint-Pierre et sur différents points de la côte. La partie du port de Saint-Pierre non encore creusée entièrement était à sec, et l'on a observé dans la partie achevée une diminution de 2^m dans le niveau de l'eau.

» Le même phénomène s'est produit à Maurice. C'est dans l'après-midi du lundi 27 août que s'est produit le phénomène, entre 2^h et 3^h de l'après-midi, et, comme à la Réunion, il a causé une profonde surprise.

» A l'observatoire de Pamplemousses, le Dr Meldrum a constaté une perturbation atmosphérique et magnétique coïncidant avec la perturbation maritime.

» Dans les deux îles, la descente brusque de la mer a laissé à sec, sur le rivage, de nombreux poissons.

» Ce phénomène peut être regardé comme la conséquence des oscillations subies par l'écorce terrestre dans le détroit de la Sonde.

» La distance qui sépare les deux régions est de 1300 à 1400 lieues environ. »

» Un échantillon de cendres tombées à Batavia le 27 août, lors de l'éruption du Ravatoë sur l'île de Krakatoa, a été adressé à la Société de Géographie par M. S. Maintz. Voici les résultats de l'examen que M. Richard a bien voulu faire.

» Cette cendre, traitée par l'eau, lui cède des chlorures en quantité très notable.

» Chauffée dans un tube fermé, elle donne un dépôt blanc, avec déga-

gement d'un peu d'eau à réaction très acide et une légère odeur bitumineuse; l'anneau blanc soumis à l'oxydation dégage une odeur d'acide sulfureux.

Au microscope, cette cendre se montre formée presque entièrement de petits cristaux, entiers ou brisés, ainsi que de fragments de ponce.

» Après une lévigation qui a enlevé les parties les plus ténues, on voit facilement au microscope, outre les petits grains de ponce :

» Des cristaux octaédriques de fer oxydulé;

» Des petits fragments noirs de pyroxène augite;

» Un grand nombre de cristaux transparents d'hypersthène, très fortement colorés en brun et très dichroïques dans les teintes brunes et vertes; ces cristaux sont parfaitement déterminables par leurs contours, ainsi que par leur couleur et leur dichroïsme : ils sont en prismes rectangulaires terminés par une pyramide. Identiques aux cristaux de laves de Santorin, que M. Fouqué a si bien fait connaître, ils renferment les mêmes inclusions de fer oxydulé ;

» Des cristaux incolores de feldspath, aplatis sur g^1, allongés dans le sens de l'arête (pg^1); leur angle d'extinction avec cette arête, sur g^1, est d'environ 10°. Quelques fragments, mais assez rares, qui sont clivés suivant la base p, montrent sur cette face la mâcle de l'albite, soit double, soit multiple. Les angles d'extinction y sont ceux de l'albite ;

» De la pyrite en petits cristaux ordinairement déposés à la surface des grains pierreux et ayant des dimensions de 0,01 à 0,007.

» La cendre rejetée les 26 et 27 août diffère de la cendre du volcan Mérapi, à Java, qui, d'après M. Fouqué, est beaucoup plus basique, ainsi qu'en témoigne le résultat de son attaque par l'acide fluorhydrique : il consiste en augite, fer oxydulé et un peu de péridot, sans feldspath.

» La catastrophe du détroit de la Sonde s'explique bien par une explosion de vapeur d'eau. Cette prodigieuse abondance de cendres suppose, en effet, comme moteur, une abondance comparable de vapeur d'eau.

» Plusieurs mécanismes peuvent favoriser la tendance perpétuelle des eaux de la surface, marines et continentales, à descendre dans les régions chaudes du globe, malgré de fortes contrepressions de vapeur, ainsi que j'ai cherché à le démontrer [1], soit par l'action de la capillarité qui s'ajoute à celle de la pesanteur; soit par l'action de la pesanteur seule, si les eaux s'arrêtent à des étapes intermédiaires, et si elles rompent la soli-

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 772.

darité avec les canaux qui les ont amenées, de manière à atteindre des températures très élevées.

» De plus, il y a encore une circonstance à laquelle il convient d'avoir égard. Par suite de poussées graduelles ou de brusques secousses de tremblements de terre auxquelles l'écorce terrestre est soumise, une cassure profonde peut s'y ouvrir subitement, et l'eau de la mer, en s'y précipitant, peut alors acquérir, par la descente, une vitesse et une force vive telles, qu'elle pénètre dans les cavités chaudes.

» D'ailleurs, contrairement à ce que l'on suppose ordinairement, les eaux descendantes peuvent ne pas rencontrer nécessairement des contre-pressions considérables dans les cavités qui se présentent sur leur trajet, parce que l'eau n'y existe pas, qu'elle n'y a jamais été admise, ou qu'elle en a été expulsée par l'éruption elle-même.

» En résumé, il paraît difficile de douter que, par l'un ou l'autre procédé, des eaux de la surface ne parviennent jusqu'aux régions internes et qu'ensuite elles ne nous fassent ressentir, sur quelques régions, comme à Ischia et au détroit de la Sonde, la puissance mécanique et la force explosive qu'elles ont acquises en s'y surchauffant. »

HYDRAULIQUE INTERNE. — *Des vitesses que prennent, dans l'intérieur d'un vase, les divers éléments d'un liquide pendant son écoulement par un orifice inférieur;* par MM. DE SAINT-VENANT et FLAMANT [1].

» On aura donc, pour ce cas, ou pour le vase à section rectangle :

$$(7)\qquad u, v, w = \frac{Q}{2\pi}\sum_{m=-\infty}^{m=\infty}\sum_{n=-\infty}^{n=\infty}\frac{m\mathrm{a}-x,\ n\mathrm{b}-y,\ -z}{[(m\mathrm{a}-x)^2+(n\mathrm{b}-y)^2+z^2]^{\frac{3}{2}}}.$$

» Il n'est pas moins facile de voir que, si l'orifice du vase rectangulaire n'est pas au centre, mais en un point $x=\alpha$, $y=\beta$, les conditions (5) seront encore remplies en prenant

$$(8)\quad \begin{cases} \mathrm{X}=m\mathrm{a}+\alpha \text{ pour les } m \text{ pairs}; & \mathrm{X}=m\mathrm{a}-\alpha \text{ pour les } m \text{ impairs};\\ \mathrm{Y}=n\mathrm{b}+\beta \text{ pour les } n \text{ pairs}; & \mathrm{Y}=n\mathrm{b}-\beta \text{ pour les } n \text{ impairs}; \end{cases}$$

[1]) Page 1029, dernière ligne, *au lieu de* — Z, *lisez* — z; *au lieu de* l'exposant $\frac{3}{8}$, *mettez* $\frac{3}{2}$. P. 1030, ligne 5, *ajoutez :* en un point dont l'ordonnée z est fort grande. *Idem,* form. (3), r^2, *lisez* r^3; form. (4), *mettez* $\frac{r\,dr}{r^3}$ après $\int$.

car, en faisant $x = \pm \frac{1}{2}\mathrm{a}$, d'où $\mathrm{X} - x = (m' \mp \frac{1}{2})\mathrm{a} + \alpha$ si m' est une valeur paire de m, il y aura toujours une valeur impaire m'' de m, telle que $\mathrm{X} - x = (m'' \mp \frac{1}{2})\mathrm{a} - \alpha$ ait la même grandeur avec signe opposé. Et chose semblable peut être dite pour les $\mathrm{Y} - y$.

» On voit aussi que cette annulation des vitesses normales aux parois exige absolument, pour s'opérer, que les u, v soient des sommes $\Sigma\Sigma$ d'une double infinité de termes; et toutes autres expressions que ces séries obtenues par M. Boussinesq seraient, nous le pensons, nécessairement illusoires.

» 4. Considérons maintenant le vase à fond hexagone dont l'orifice est *au centre;* forme très intéressante à considérer, parce que son contour se rapproche beaucoup de la circonférence du cercle de superficie égale, ce qui (comme il a été dit en avril 1882, p. 1143) donne accès à la détermination, fort approchée, de ce qui se passe dans les vases à base circulaire.

» Prenons l'axe des y suivant l'apothème a et l'axe des x suivant le rayon $2c$ perpendiculaire. Prenons pour X et Y les coordonnées des centres d'hexagones égaux et jointifs, coordonnées qui se trouvent être des multiples les uns pairs de c et de a, tels que $\mathrm{X} = 0, \pm 6c, \pm 12c, \ldots$; $\mathrm{Y} = 0, \pm 2a, \pm 4a, \ldots$; les autres impairs, tels que $\mathrm{X} = \pm 3c, \pm 9c, \ldots$; $\mathrm{Y} = \pm a, \pm 3a, \pm 9a, \ldots$ Nous aurons ainsi à dédoubler la série (1) en deux autres où l'on aura respectivement

(9) $\mathrm{X} = 6mc - x$, $\mathrm{Y} = 2na - y$ et $\mathrm{X} = 3(3m'+1)c - x$, $\mathrm{Y} = (2m'+1)a - y$;

d'où

$$(10)\quad \left\{ \begin{aligned} u, v, w &= \frac{Q}{2\pi}\sum_{-\infty}^{\infty}\sum_{-\infty}^{\infty} \frac{2ma\sqrt{3} - x,\ 2na - y,\ -z}{\left[(2ma\sqrt{3} - x)^2 + (2na - y)^2 + z^2\right]^{\frac{3}{2}}} \\ &+ \frac{Q}{2\pi}\sum_{-\infty}^{\infty}\sum_{-\infty}^{\infty} \frac{(2m'+1)a\sqrt{3} - x,\ (2n'+1)a - y,\ -z}{[\qquad\qquad]^{\frac{3}{2}}}. \end{aligned} \right.$$

» Si l'on y fait $y = a$, l'expression de v s'annule; à chaque valeur de n et de n' donnant $2na - y = (2n-1)a$, $(2n'+1)a - y = 2n'a$, répondront d'autres valeurs de n ou de n' donnant la même chose avec signes opposés. Or, par raison de symétrie, ou de faculté de prendre, sans changer les formules, l'axe des y perpendiculaires à chacun des cinq autres côtés, il en sera de même pour ceux-ci; et la condition essentielle de n'avoir contre les parois que des mouvements qui leur soient parallèles se trouvera remplie.

» 5. On calculera sans difficulté les termes de la série (7) ou (10), ou ceux qu'on aurait en prenant les valeurs (8) de X et Y relatives à un vase

rectangle avec orifice non central. Nous omettons ici à dessein le vase à base de triangle équilatéral, non usuel et purement curieux, mais où l'orifice pourrait être placé où l'on voudrait comme dans la base rectangle.

» Il nous reste à déterminer, ayant exactement calculé un nombre plus ou moins grand de leurs termes, quel *reste* ou *complément* approximatif il faut ajouter à leur somme pour représenter les autres termes en nombre infini.

» Pour cette partie résidue, l'auteur cité, faisant $X^2 + Y^2 = R^2$, $x^2 + y^2 + z^2 = \iota^2$, pose le potentiel

$$(11)\quad \left\{\begin{aligned} \varphi &= \frac{Q}{2\pi} S \frac{1}{r} = \frac{Q}{2\pi} S [(X - x)^2 + (Y - y)^2 + z^2]^{-\frac{1}{2}} \\ &= \frac{Q}{2\pi} \frac{1}{R} \left(1 - 2\frac{Xx + Yy}{R^2} + \frac{z^2}{R^2}\right)^{-\frac{1}{2}}, \end{aligned}\right.$$

dont les trois dérivées en x, y, z sont les parties correspondantes u', v', w' des vitesses u, v, w, et il développe la puissance $-\frac{1}{2}$, ce qui donne

$$(12)\quad \left\{\begin{aligned} \varphi = \frac{Q}{2\pi}\Bigg[&\frac{1}{R} + \frac{Xx + Yy}{R^3} - \frac{1}{2}\frac{\iota^2}{R^3} \\ &+ \frac{3}{8}\frac{4X^2 + 8XYxy + 4Y^2 - 4\iota^2(Xx + Yy) + \iota^4}{R^5} - \frac{5}{16}\frac{(-2Xx - 2Yy + \iota^2)^3}{R^7} + \ldots\Bigg]. \end{aligned}\right.$$

» Puis, l'ensemble des fonds de vases, dont nous appellerons m le nombre, pour lesquels on a fait le calcul exact de la formule (7) ou (10), ayant été choisi, en en faisant le dessin, et quelle que soit leur forme particulière, de manière que leur contour dentelé se rapproche le plus possible de la circonférence du cercle équivalent, cercle dont le rayon R_0 est ainsi

$$(13)\qquad R_0 = \sqrt{\frac{mA}{\pi}}, \quad \text{d'où} \quad \frac{1}{R_0} = \sqrt{\frac{\pi}{m}}\frac{1}{\sqrt{A}},$$

il néglige, vis-à-vis des puissances des grandes coordonnées X, Y ou du grand rayon vecteur R des orifices extérieurs à ce cercle, celles des petites coordonnées x, y, z de la molécule intérieure du vase donné. Puis, comme les orifices hors de ce cercle sont symétriquement placés, de sorte qu'à chacun d'eux, ayant les coordonnées X, Y, il en répond d'autres ayant les coordonnées X, $-$Y, ou $-$X, Y, ou $-$X, $-$Y situés exactement ou sensiblement à la même distance R de l'origine, il conclut que de nombreux termes se détruiront, en sorte qu'on peut regarder $S\frac{X}{R_3}$, $S\frac{Y}{R^3}$, $S\frac{XY}{R^5}$, $S\frac{X^3, Y^3, X^2Y, XY^2}{R^7}$ comme nuls. On peut donc prendre

$$(14)\qquad \varphi = \frac{Q}{2\pi}\left(\text{const.} - \frac{x^2 + y^2 + z^2}{2} S\frac{1}{R^3} + \frac{3}{2}x^2 S\frac{X^2}{R^5} + \frac{3}{2}y^2 S\frac{Y^2}{R^5}\right).$$

» Si l'on multiplie cette expression par l'aire A des vases, les sommes $S\frac{A}{A^3}$, $S\frac{X^3 A}{R^5}$, $S\frac{Y^2 R}{R^5}$ pourront, vu la petitesse des dimensions de A vis-à-vis de R, X, Y, être remplacées par des intégrales $\int\frac{d\sigma}{R^3}$, $\int\frac{X^2\,d\sigma}{R^5}$, $\int\frac{Y^2\,d\sigma}{R^5}$, $d\sigma$ étant tout élément de la surface σ du plan des fonds, extérieure au cercle de rayon R_0, et les intégrales s'étendant à toute sa superficie infinie.

» Or, en dehors de ce cercle, quelle qu'ait été la forme, carrée ou rectangle, etc., des surfaces des fonds A maintenant représentées par tous leurs éléments infiniment petits $d\sigma$, fusionnés indistinctement ensemble, on a, vu que ce qui limite intérieurement leur ensemble est un cercle ayant son centre à l'origine,

$$(15)\qquad \int\frac{X^2\,d\sigma}{R^5}=\int\frac{Y^2\,d\sigma}{R^5}=\frac{1}{2}\int\frac{X^2+Y^2}{R^5}d\sigma=\frac{1}{2}\int\frac{d\sigma}{R^3}.$$

» L'expression (14) du potentiel des mouvements provenant des appels des orifices fictifs hors du cercle πR_0^2 se réduit ainsi à

$$(16)\qquad \varphi=\frac{Q}{2\pi A}\left[\text{const.}+\left(\frac{x^2+y^2}{4}-\frac{z^2}{2}\right)\int\frac{d\sigma}{R^3}\right].$$

» Or, l'intégrale $\int$ est facile à calculer. Réunissant en une couronne de largeur dR et de superficie $2\pi R\,dR$ tous les éléments $d\sigma$ qui sont à la même distance R de l'origine, elle revient à

$$(17)\qquad \int^{\infty}\frac{2\pi R\,dR}{R^3}=2\pi\left(\frac{-1}{R}\right)_{R=R_0}^{R=\infty}=\frac{2\pi}{R_0},\quad \text{d'où}$$

$$(18)\qquad \varphi=\frac{Q}{AR_0}\left[\text{const.}+\left(\frac{x^2+y^2}{4}-\frac{z^2}{2}\right)\right];$$

d'où encore, en appelant u', v', w' les portions $\frac{d\varphi}{d(x,y,z)}$ des composantes de vitesse engendrées par la prise en considération de ces vases ou de ces termes pour lesquels on n'en a pas fait le calcul détaillé,

$$(19)\qquad u',\ v',\ w'=\frac{Q}{A}\left(\frac{x}{2R_0},\ \frac{y}{2R_0},\ \frac{-z}{R_0}\right),$$

expressions qui satisfont exactement, comme on voit, à la condition des fluides incompressibles

$$\frac{du'}{dx}+\frac{dv'}{dy}+\frac{dw'}{dz}=0.$$

» On peut y remplacer R_0 par sa valeur (13), en sorte que l'on a, pour les parties de vitesse venant de ce qui est au delà des m premiers et plus

proches vases,

(20) les compléments $u', v', w' = \frac{Q}{A} \frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{m}} \left(\frac{1}{2} \frac{x}{\sqrt{A}},\ \frac{1}{2} \frac{y}{\sqrt{A}},\ -\frac{z}{\sqrt{A}} \right)$,

expressions homogènes, puisque, Q étant un volume, $\frac{Q}{A}$ est une ligne comme u', v', w'; et ce qui le multiplie n'est que nombres, $\sqrt{A}$ représentant, comme les petites coordonnées x, y, une ligne telle que a forme carrée.

» 6. L'extrême simplicité de ces expressions, que nous a fait connaître une lettre de juin 1883 du savant professeur de la Faculté de Lille, et la hardiesse des suppressions et substitutions qu'il a faites pour y arriver, nous ont fait craindre un instant qu'il fallût, pour s'y fier, prendre le nombre m des vases excessivement grand. Un calcul comparatif nous a prouvé qu'heureusement il n'en est nullement ainsi.

» En effet, ayant calculé ainsi la vitesse w de la molécule

$$\left(x = \frac{\sqrt{A}}{4},\ y = \frac{\sqrt{A}}{2},\ z = \sqrt{A} \right)$$

d'un vase à fond carré $A = a^2$, nous avons trouvé

Pour m	= 49	81	121	169	225	289	361	441	529	625	729
la partie $\Sigma\Sigma =$	0,7473	0,8010	0,8364	0,8607	0,8734	0,8924	0,9034	0,9122	0,9195	0,9256	0,9309
le compt. $\frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{m}} \frac{z}{\sqrt{A}} =$	0,2532	0,1969	0,1611	0,1363	0,1235	0,1043	0,0932	0,0844	0,0770	0,0709	0,0656
d'où $-\frac{A}{Q} w =$	1,0005	0,9979	0,9975	0,9970	0,9969	0,9967	0,9966	0,9966	0,9965	0,9965	0,9965

» La presque égalité de ces divers résultats montre l'exactitude, comme approximation plus que suffisante, de la formule (17) des restes ou compléments. On aurait pu, ici, se contenter de $169 = (13)^2$ vases ou termes de la série $\Sigma\Sigma$, comme on voit, au lieu d'aller jusqu'à $729 = (27)^2$.

» 7. Voici un autre exemple, celui d'un cas en quelque sorte extrême, de cet accord mutuel entre les résultats de calculs poussés plus loin les uns que les autres; et, aussi, de la conformité de ce qu'ils fournissent avec ce qu'on peut inférer de la nature de la question. C'est celui de la vitesse verticale w d'un point sur l'axe de figure du vase et *à une petite distance* de son fond carré ou de l'orifice qui y est percé au milieu. On a trouvé les valeurs suivantes de $-\frac{A}{Q} w$ répondant à $x = 0, y = 0, z = \frac{1}{8}\sqrt{A}$:

Pour m =	9	25	49	81	121	169	225	289	361	441
Le $\Sigma\Sigma =$	10,2915	10,3190	10,3314	10,3384	10,3429	10,3460	10,3483	10,3500	10,3514	10,3525
Compt. $\sqrt{\frac{\pi}{m}} \frac{z}{\sqrt{A}} =$	0,0739	0,0443	0,0317	0,0246	0,0201	0,0170	0,0147	0,0130	0,0116	0,0105
$-\frac{A}{Q} w =$	10,3654	10,3633	10,3631	10,3630	10,3630	10,3630	10,3630	10,3630	10,3630	10,3630

Le résultat final, $w = -10,3630\,\frac{Q}{A}$, obtenu déjà avec quatre-vingt-un termes, n'a rien, en effet, qui doive surprendre. Il est naturel que la vitesse de descente de l'eau puisse être dix fois plus grande à une distance de l'orifice égale au huitième du côté $\sqrt{A}$ du fond qu'à une hauteur égale à ce côté lui-même; car, dans la section fluide horizontale faite à cette même petite distance du fond du vase, la composante w doit être presque nulle auprès des parois, ce qui fait compensation quant à sa moyenne.

» Nous rapporterons, dans la suite de ce travail, d'autres résultats curieux qui surprennent au premier abord, mais explicables, et qui n'auraient pu être trouvés sans la découverte de la formule générale (1), que (7) et (8), (9) spécialisent, et de celle (20), habilement établie par le même auteur, des expressions de restes ou compléments qui en rendent le calcul praticable.

» 8. Au surplus, nous avons, à l'instar de (20), établi deux autres formules monômes et analogues, pour les compléments ou restes de sommes limitées de termes de la série (1). Elles sont relatives aux cas d'ensembles de fonds fictifs qui, au lieu d'offrir un contour quasi circulaire, en ont un de forme carrée si le fond est un carré ou un rectangle, et un de forme hexagonale si le fond du vase est hexagone; formules dont l'emploi dispense ou totalement ou à très peu près de la substitution d'un contour à un autre.

» Pour le cas, en effet, d'un contour carré dont nous appellerons X_0 le demi-côté, d'où $mA = 4X_0^2$, la partie de l'intégrale $\int \frac{d\sigma}{R^3}$ que contient l'expression (16), et que nous prendrons d'abord pour l'espace indéfini compris entre les prolongements extérieurs d'une médiane et d'une diagonale, sera

$$(23)\quad \int_{X_0}^{\infty} dX \int_{Y=0}^{Y=X} \frac{dY}{(X^2 - Y^2)^{\frac{2}{3}}} = \int_{X_0}^{\infty} dX \left(\frac{1}{X^2}\frac{Y}{\sqrt{X^2 - Y^2}}\right)_{Y=0}^{Y=X} = \int_{X_0}^{\infty} \frac{-dX}{X^2\sqrt{2}} = \frac{1}{X_0\sqrt{2}}.$$

» Multiplions par 8 pour qu'elle s'applique à tout ce qui entoure le carré, elle donne, en substituant dans (16) ou (18)

$$(24)\qquad \varphi = \frac{Q}{2\pi A}\left[\text{const} + \left(\frac{x^2 + y^2}{4} - \frac{z^2}{2}\right)\frac{4\sqrt{2}}{X_0}\right],$$

d'où

$$(25)\quad u', v', w' = \frac{Q}{2\pi A}\left(\frac{2x\sqrt{2}}{X_0}, \frac{2y\sqrt{2}}{X_0}, \frac{-4z\sqrt{2}}{X_0}\right) = \frac{Q}{A}\frac{4\sqrt{2}}{\pi}\frac{1}{\sqrt{m}}\left(\frac{1}{2}\frac{x}{\sqrt{A}}, \frac{1}{2}\frac{y}{\sqrt{A}}, -\frac{z}{\sqrt{A}}\right).$$

» Pour le cas du contour d'un hexagone régulier équivalent à un fonds de même forme, on aura encore, dans la formule (14), pour raison de symétrie,

$$\mathrm{S}\frac{\mathrm{X}^2}{\mathrm{R}^5} = \mathrm{S}\frac{\mathrm{Y}^2}{\mathrm{R}^5} = \frac{1}{2}\mathrm{S}\frac{1}{\mathrm{R}^3};$$

et par conséquent le potentiel des restes cherchés sera encore exprimé par (16).

» L'intégrale $\int \frac{d\sigma}{\mathrm{R}^3}$ sera *douze* fois la portion comprise hors du grand hexagone entre son apothème X_0 et un rayon; et, comme le demi-côté est $\frac{\mathrm{X}_0}{\sqrt{3}}$,

$$(26)\qquad \int \frac{d\sigma}{\mathrm{R}^3} = \frac{12}{\mathrm{A}}\int_{\mathrm{X}_0}^{\infty} d\mathrm{X}\int_{\mathrm{Y}=0}^{\mathrm{Y}=\frac{\mathrm{X}_0}{\sqrt{3}}} \frac{d\mathrm{Y}}{(\mathrm{X}^2+\mathrm{Y}^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{6}{\mathrm{A}\mathrm{X}_0},$$

en sorte qu'on a pour les *restes*, vu que $\mathrm{A} = 6ac = z^2 a\sqrt{3}$ et $m\mathrm{A} = 2\mathrm{X}_0^2\sqrt{3}$,

$$(27)\quad u', v', w' = \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{A}}\frac{3\sqrt{2}\sqrt{3}}{\pi\sqrt{m}}\left(\frac{x}{2\sqrt{\mathrm{A}}}, \frac{y}{2\sqrt{\mathrm{A}}}, -\frac{z}{\sqrt{\mathrm{A}}}\right) = \frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{A}}\frac{3}{\pi\sqrt{m}}\left(\frac{x}{2a}, \frac{y}{2a}, -\frac{z}{a}\right).$$

» Ces formules des restes des séries (7) et (10) nous ont donné, et un peu plus vite pour le cas de l'hexagone, les mêmes résultats numériques, pour w, que la formule (20). Ce sont là de nouvelles concordances, confirmatives de la bonté des formules fondamentales de cette sorte d'hydraulique *interne* et nouvelle des masses en mouvement. »

HISTOIRE DE LA CHIMIE. — *Sur la teinture en pourpre des anciens, d'après un fragment attribué à Démocrite.* Note de M. **Berthelot**.

« Démocrite, d'Abdère, philosophe grec mort en 357 avant l'ère chrétienne, avait écrit sur toutes les branches des connaissances humaines et composé divers Ouvrages relatifs aux sciences naturelles. Les œuvres de Démocrite ou de son École formaient une sorte d'Encyclopédie philosophique et scientifique, analogue à l'ensemble de Traités qui portent le nom d'Aristote. Elle fut réunie et classée en Tétralogies par le grammairien Thrasylle, du temps de Tibère. Malheureusement ces œuvres sont aujourd'hui perdues, à l'exception de divers fragments récoltés çà et là et réunis d'abord par M. Franck, en 1836, puis par Mullach (Berlin, 1843, in-8°). C'est un nouveau fragment inédit, semblant appartenir à cette collection,

que j'ai trouvé, en compulsant les manuscrits grecs alchimiques de la Bibliothèque nationale, et sur lequel je désire appeler l'attention de l'Académie.

» Ce fragment, dont le caractère est purement technique, se trouve en tête du petit Traité alchimique du pseudo-Démocrite, intitulé *Physica et Mystica;* du moins telle est sa place dans nos quatre principaux manuscrits. C'est un morceau sans aucun lien avec le reste : ces manuscrits renferment, en effet, à la suite une évocation des enfers du maître de Démocrite, puis des recettes alchimiques. Donnons quelques détails sur ces diverses parties.

» Les recettes alchimiques constituent, à proprement parler, l'Opuscule du Pseudo-Démocrite, Opuscule traduit en latin d'après un manuscrit qui les contenait seules, et publié à Padoue par Pizzimenti en 1573, sous le titre de *Democriti Abderitæ de arte magna*. Mullach regarde à tort cet Opuscule comme distinct des *Physica et Mystica;* je me suis assuré qu'il n'existe entre eux d'autre différence que l'absence des deux morceaux précités. Le premier semble avoir été ajouté en tête par quelque copiste, d'après la seule analogie du nom de l'auteur, réel ou prétendu, et peut-être aussi des sujets (*Teinture en pourpre et teinture des métaux*).

» Le second fragment (*Evocation magique*) est étranger aux deux autres; il a été aussi surajouté : peut-être pour introduire ces axiomes mystiques : « la nature se plaît dans la nature; la nature triomphe de la nature; » la nature domine la nature », qui reparaissent comme un refrain à la fin de chacun des paragraphes de l'Opuscule alchimique proprement dit. Cette évocation tranche par son caractère avec la dernière partie, et même avec l'ensemble des Ouvrages alchimiques contenus dans le manuscrit et où rien d'analogue ne se retrouve. Elle rappelle les Ouvrages magiques apocryphes que l'on attribuait déjà à Démocrite [1] du temps de Pline l'Ancien [2], et je ne serais pas surpris qu'elle en fût même tirée. Nous aurions alors ici trois ordres de morceaux, de date différente : la partie alchimique apocryphe, la plus récente, mais antérieure au ve siècle de notre ère; la partie magique, également apocryphe, mais antérieure à Pline, et la partie technique, peut-être la plus ancienne, se rattachant seule à Démocrite, ou plutôt à son École. Cette association de fragments d'époques différentes

---

(1) Tout ceci semble aussi avoir quelque rapport avec les idées de Démocrite sur les fantômes et sur les songes. Voir *La Philosophie des Grecs,* par Zeller, t. II, p. 351-353. Trad. Boutroux; 1882.

(2) Pline, livre XXX, chap. II.

par les copistes n'est pas rare dans les manuscrits. En tous cas, elle a eu lieu dans les quatre manuscrits de la Bibliothèque nationale, lesquels semblent provenir d'une source commune.

» Quoi qu'il en soit de ces conjectures, le fragment sur la teinture en pourpre n'a rien de chimérique; c'est une description technique, positive, et dont le sujet même rappelle cette assertion de Diogène Laërce, d'après laquelle Démocrite aurait traité des liqueurs (des sucs des plantes, d'après Pétrone) et des couleurs, ainsi que la phrase de Sénèque (*Epist. XC*), nous disant que Démocrite aurait découvert les procédés suivis pour colorer les matières vitrifiées : *Quâ hodieque cocturâ inventi lapides in hoc utiles colorantur.*

» En tous cas, ce fragment est ancien; il nous donne des renseignements nouveaux sur les procédés employés par les anciens pour teindre en pourpre. On sait quelle lumière ont jetée sur cette question les travaux et les expériences de notre savant Confrère, M. de Lacaze-Duthiers [1]; mais il s'est occupé surtout de la pourpre animale tirée des Mollusques, tandis qu'il s'agit, dans notre fragment, de la pourpre d'origine végétale.

» Les anciens, en effet, ont connu la pourpre végétale. Pline, Dioscoride et Pausanias parlent de la cochenille produite par un Ilex et font même mention de l'insecte qui la sécrète. Vitruve cite aussi la racine de garance. Les divers passages des auteurs anciens où la question est traitée ont été réunis et discutés avec détail par le grand érudit Saumaise [2]. Il a eu connaissance du fragment actuel, et il en a même cité quelques lignes, mais d'après un manuscrit différent des nôtres. Je me suis aidé de ses commentaires pour retoucher la dernière partie de la traduction qui suit.

» Après avoir reconnu l'existence de ce texte et son intérêt, désirant donner plus d'autorité à ma publication, j'ai prié M. Omont, directeur du département des manuscrits à la Bibliothèque nationale, de vouloir bien faire copier le texte original; il a eu l'extrême obligeance de s'en charger lui-même, ainsi que de la collation des textes des divers manuscrits et de la traduction. Je me suis borné à reviser cette dernière sur quelques points, et je réclame l'indulgence pour une œuvre étrangère à mes travaux habituels. Elle présente encore diverses obscurités, que les chimistes experts en teinture pourront éclaircir ou rectifier.

---

(1) *Mémoire sur la pourpre*, p. 1 à 84 (*Annales des Sc. natur.*, 4e série, *Zoologie*, t. XII).

(2) *Plinianæ Exercitationes*, p. 805 à 817, et à la suite, dans : *de Homonymis Hyles Iatricæ, de cocco tinctorio*, p. 93, in-folio, 1689.

» Voici le texte et la traduction littérale (¹) :

ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΥ ΦΥΣΙΚΑ ΚΑΙ ΜΥΣΤΙΚΑ

Βαλὼν εἰς λίτραν μίαν πορφύρας διοβόλου λίτρας σκωρίας θΒ εἰς οὔρου ζβ, ἐπίθες ἐπὶ πυρᾶς ὥστε λαβεῖν βράσματα, εἶτα λαβὼν ἀπὸ τοῦ πυρὸς τὸ ζέμα, βάλε εἰς λεκάνην, προβαλὼν τὴν πορφύραν, καὶ ἐπιχέας τὸ ζέμα τῇ πορφύρᾳ ἔα βρέχεσθαι νυχθήμερον ἕν. Εἶτα λαβὼν βρύων θαλασσίων λίτρας δ΄, βάλε ὕδωρ ὥστε εἶναι ἐπάνω τῶν βρύων τετραδάκτυλον, καὶ ἔχε ὡς ἂν παχυνθῇ, καὶ διυλίσας τὸ διύλισμα θέρμανον, καὶ συνθεὶς τὴν ἐρέαν κατάχεε, χαυνότερα δὲ συντεθήτω, ὥστε φθάσαι τὸν ζωμὸν ἕως τοῦ πυθμένος, καὶ ἔασον νυχθήμερα δύο. Εἶτα λαβὼν μετὰ ταῦτα ξήρανον ἐν σκιᾷ, τὸν δὲ ζωμὸν ἔκχεον, εἶτα λαβὼν τὸν αὐτὸν ζωμὸν καὶ βαλὼν λίτρας δύο, βάλε ἐν τῷ ζωμῷ ὕδωρ ὥστε γενέσθαι τὴν πρώτην ἀναλογίαν, καὶ ἔχε ὡσαύτως ἕως ἂν παχυνθῇ, εἶτα ὑλίσας βάλε τὴν ἐρέαν ὡς τὸ πρῶτον, καὶ ποιησάτω νυχθήμερον ἕν. Εἶτα λαβὼν ἀπόπλυνον εἰς οὖρον, καὶ ξήρανον ἐν σκιᾷ, ἔπειτα λαβὼν λακχᾶν σ καὶ λαβὼν λαπάθου λίτρας δ΄, ἔκζεσον μετὰ οὔρου ὡς λυθῆναι τὸ λάπαθον, καὶ ὑλίσας τὸ ὕδωρ, βάλε λακχᾶν καὶ ἕψη ἕως παχυνθῇ, καὶ διυλίσας πάλιν τὸν λακχᾶν, βάλε τὴν ἐρέαν, εἶτα πλύνον οὔρῳ, μετὰ ταῦτα ὕδατι, ἔπειτα ξηράνας ὁμοίως ἐν σκιᾷ θυμία ὄνυξι θαλασσίοις ἐπανοβεβρεγμένοις ἐν οὔρῳ σσβ̄. Εἰς δὲ τὴν κατασκευὴν τῆς πορφύρας τὰ εἰσερχόμενα εἰσὶ ταῦτα· φῦκος, ὃ καλοῦσι ψευδοκογχύλιον, καὶ κόκκον, καὶ ἄνθος θαλάσσιον, ἄγχουσαν λαδικίνην, κρημνὸς, ἐρυθρόδανον τὸ ἰταλικὸν, φυλάνθιον τὸ δυτικὸν, σκώληξ ὁ πορφύριος, ῥόδιον τὸ ἰταλικόν. Ταῦτα τὰ ἄνθη προτετίμηνται παρὰ τῶν προγενεστέρων. Καὶ εἰσὶ φευκτὰ οὐ τίμια, ἔστι δὲ ὁ τῆς Γαλατίας σκώληξ, καὶ τὸ τῆς Ἀχαίας ἄνθος, ὃ καλοῦσι λακχᾶν, καὶ τὸ τῆς Συρίας, ὃ καλοῦσι ῥίζιον, καὶ τὸ κογχύλιον τὸ λιβυκὸν, καὶ ὁ αἰγύπτιος κόγχος, ὃ τῆς παραλίου, ὃς καλεῖται πίννα, καὶ ἡ ἴσατις βοτάνη τῆς ἀνωτέρας, καὶ τὸ τῆς Συρίας, ὃ καλοῦσι κόγχον. Ταῦτά ἐστιν ἀκίνητα, οὔτε τιμητὰ παρ' ἡμῖν, πλὴν τῆς ἰσάτιδος.

2. *D.* Ἑλὼν. — *BC.* εἰ. — *D.* λιτρισκωρίας. — 8. *D.* ἔχεε. — 11. *D.* ἀπὸ πλῦνον. — 12. *D.* ὥστε. — 13. *BC.* ἕψει. — 15. *D. omis* ἐναποβεβρεγμένοις. — 17. *D.* ἄγχουσαν, λωδικίνην. χριμνὸς. Saumaise. — *C.* ἔγχουσαν. — 20. *D.* καὶ κογχύλιον. — *BC.* καὶ τὸ κογχ. *bis repetitum*. — 21. *D.* ὃ. — 22. κογχλιοκογχύλικον, Saumaise.

(¹) *Democriti Physica et Mystica.*

Mss. de Paris.

A. =	ms. grec	2327,	xve siècle,	fol.	24vo-25.
B. =	»	2325,	xiv^e^	»	8vo-9vo.
C. =	»	2275,	xv^e^	»	7vo-8vo.
D. =	»	2326,	xv^e^	»	1 et verso.

Le ms. A présente le texte le meilleur.

« Mettant dans une livre de pourpre ..... posez sur le feu jusqu'à ébullition, puis, enlevant du feu la décoction, mettez le tout dans un vase, et retirant la pourpre, versez la décoction sur la pourpre et laissez tremper une nuit et un jour. Puis, prenant 4 livres de lichen marin [1], versez de l'eau de façon qu'il y ait au-dessus du lichen quatre doigts d'eau, et qu'il puisse devenir épais; filtrez alors, faites chauffer et versez sur la laine. Mettez avec ce qui est le moins compact de façon à atteindre le jus au fond et laissez deux nuits et deux jours. Prenez ensuite et faites sécher à l'ombre, versez le jus, puis prenez le jus lui-même et dans deux livres de ce jus mettez de l'eau, de façon à reproduire la première quantité. Faites de même jusqu'à ce qu'il devienne épais, puis l'ayant filtré mettez la laine comme tout d'abord, et laissez une nuit et un jour. Prenez ensuite et rincez dans l'urine, puis séchez à l'ombre; prenez de l'orcanète [2], mettez 4 livres d'oseille et faites bouillir avec de l'urine jusqu'à ce que l'oseille soit réduite, et ayant clarifié l'eau mettez l'orcanète, faites cuire jusqu'à ce qu'elle soit épaissie et, ayant filtré à nouveau l'orcanète, mettez la laine, puis lavez de nouveau avec l'urine et après cela avec de l'eau. Faites sécher de même à l'ombre, exposez aux vapeurs des algues marines trempées dans l'urine.....

» Voici ce qui entre dans la préparation de la pourpre : l'algue qu'on appelle fausse pourpre, le coccus [3] la couleur marine [4], le crismos (Graminée?) l'orcanète [5], la garance d'Italie, le phyllanthion des plongeurs [6], le ver de pourpre [7], le rose d'Italie; ces couleurs sont estimées par nos prédécesseurs. Il y en a qu'il faut éviter et qui sont de nulle valeur : la cochenille de Galatie, la couleur d'Achaïe, qu'on appelle laccha, celle de Syrie qu'on appelle rhizion [8] et le coquillage de Lybie, et la coquille d'Égypte de la région maritime, qu'on appelle pinna [9], et l'isatis [10] de la région supérieure et la couleur de Syrie que l'on appelle murex. Ces couleurs (ne) sont (pas) solides, ni estimées parmi nous, excepté celle de l'isatis. »

PHYSIQUE. — *Sur la production des températures très basses au moyen d'appareils continus.* Note de M. CAILLETET.

« Dans les expériences que j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie sur la production des très basses températures au moyen de l'éthy-

(1) Orseille.

(2) Laccha. — Le mot *orcanète* est indiqué comme traduction commune pour les deux mots *laccha* et *anchusa,* par les dictionnaires. (*Voir* Saumaise.)

(3) Sorte de cochenille.

(4) Orseille.

(5) Anchusa.

(6) Probablement une sorte de fucus.

(7) Autre variété de cochenille. Les anciens en avaient fort bien observé l'insecte. (*Voir* Saumaise.)

(8) Racine d'une sorte de garance?

(9) *Voir* le Mémoire de M. de Lacaze-Duthiers.

(10) Pastel.

lène, je condensais ce gaz à l'aide de ma pompe à piston de mercure; puis, lorsque j'avais accumulé quelques centaines de grammes de ce liquide dans des récipients métalliques d'une grande résistance, je le projetais, par un jeu de robinet, sur les corps à refroidir.

» Dans ces conditions, la température s'abaisse suffisamment pour permettre le changement d'état de l'oxygène comprimé, surtout si l'on active l'évaporation de l'éthylène liquide, au moyen du vide, ainsi que Faraday l'avait fait pour le protoxyde d'azote. C'est grâce à l'évaporation rapide de l'éthylène que M. Wroblewski a pu obtenir un froid de 136° au-dessous de zéro.

» Lorsqu'on projette l'éthylène sur un corps, le liquide éminemment volatil reprend presque instantanément l'état gazeux; ce changement d'état est si rapide, que le corps à refroidir n'a pas le temps de se mettre en équilibre de température avec le liquide bouillant. Il faudrait, pour y arriver, disposer de très grandes quantités d'éthylène, dont la préparation est longue et pénible.

» Pour éviter cet inconvénient sérieux, j'ai étudié depuis longtemps la construction d'appareils permettant d'obtenir des températures bien inférieures à celles qui correspondent à l'ébullition de l'éthylène sous la pression atmosphérique, et de maintenir sensiblement fixes ces températures pendant un temps aussi long qu'on le désire.

» Dans ce but, j'ai cherché à mettre à profit le froid excessif que donne la détente des gaz comprimés; c'est grâce à cette détente que j'ai pu obtenir la condensation des gaz regardés autrefois comme permanents.

» J'ai disposé, en conséquence, une sorte de cylindre en acier, parfaitement clos, qui renferme un serpentin formé d'un tube de cuivre, dont les deux extrémités font saillie hors de l'appareil. C'est dans ce cylindre et sur le serpentin même que s'opère, au moyen d'un robinet de construction spéciale, la détente de l'éthylène préalablement condensé dans un récipient métallique.

» Deux tubes de cuivre, fixés par des écrous, pénètrent dans le vase cylindrique. L'un de ces tubes est mis en communication avec la soupape d'aspiration de ma pompe à piston de mercure, qui peut agir comme machine pneumatique et donner un vide presque complet. Le second tube reçoit l'éthylène comprimé par la pompe et le ramène refroidi par du chlorure de méthyle, au-dessus du robinet de détente.

» On a donc ainsi un cycle fermé, dans lequel la même quantité d'éthylène préalablement condensé se détend sous faible pression, en refroidis-

sant le serpentin, puis, comprimé par la pompe et refroidi, revient pour se détendre de nouveau, pendant tout le temps que la pompe aspirante et foulante est maintenue en activité.

» Mes appareils sont terminés : je crois devoir les faire connaître dès à présent à l'Académie, afin de me réserver le temps nécessaire pour entreprendre les nombreuses expériences qui pourront être réalisées dans ces conditions toutes nouvelles.

» Je ne doute pas que ces dispositions ne me permettent d'obtenir l'oxygène liquide en grandes quantités; s'il en était ainsi, je pourrais espérer, en me servant de ce gaz liquéfié, arriver à condenser, à la pression de l'atmosphère, tous les gaz regardés comme permanents, et cela, suivant l'heureuse expression de M. Berthelot, sous l'état statique qui permettra d'en étudier facilement les propriétés.

» L'Académie comprendra que le but définitif de mes recherches serait d'arriver, en profitant du froid excessif que donne l'oxygène bouillant, ou mieux la détente de ce gaz liquéfié, à réaliser la condensation de l'hydrogène. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Rapport sur l'expédition française du cap Horn;* par M. **Martial.**

« La France avait décidé de fonder une station au cap Horn pour étudier, de concert avec les autres nations, et conformément au programme tracé par la Conférence internationale, les phénomènes magnétiques et météorologiques intéressant à un si haut degré la Science moderne.

» Les Pouvoirs publics consultés votèrent avec empressement les crédits; la Marine dont on demanda le concours, heureuse comme toujours de participer à tout ce qui peut contribuer à la grandeur de la Patrie, fournit le personnel et le matériel nécessaires.

» Une Commission, présidée par M. le Secrétaire perpétuel de l'Académie, s'occupa de l'organisation de la partie scientifique de l'expédition, et j'eus l'honneur d'en recevoir le commandement.

» Les officiers désignés pour prendre part aux observations vinrent à Paris se perfectionner dans le maniement des instruments qui devaient servir à leurs études, en même temps que l'armement de la *Romanche* était poussé avec activité par l'arsenal de Cherbourg. Il fallut organiser de

toutes pièces en quelque sorte le matériel spécial nécessité par la campagne; instruments d'observations, baraques pour loger le personnel et le matériel, vêtements, appareils de chauffage, il fallut tout prévoir pour assurer le succès de l'expédition. Toutes les demandes que je fus appelé à formuler à cet égard furent accueillies avec bienveillance et rien ne fut épargné pour assurer, suivant les propres expressions du Ministre, le bien-être matériel et moral des hommes.

» Les préparatifs étaient terminés le 17 juillet, et le même jour nous quittions Cherbourg, après avoir reçu les instructions préparées par l'Académie pour servir de cadre à nos travaux.

» Aux termes de ces instructions, l'expédition était composée de deux missions distinctes : la première avait pour but d'exécuter dans le voisinage du cap Horn les observations multiples qui avaient été recommandées aux expéditions polaires internationales; la seconde, composée des officiers du bâtiment, devait profiter de notre séjour dans ces parages pour y continuer les études d'Hydrographie, en même temps que, les médecins, l'Histoire naturelle de ces régions.

» Enfin la Mission fut pourvue des instruments nécessaires pour observer le passage de Vénus.

» L'expédition terminée, je viens, Messieurs, vous rendre compte en peu de mots de nos travaux.

» Nous sommes arrivés le 6 septembre à la baie Orange; j'avais choisi ce point pour installer l'observatoire, à cause de sa proximité du cap Horn et de la sécurité de son mouillage.

» Après avoir reconnu que le sol de la baie se prêtait aux observations magnétiques, l'emplacement fut déterminé et les travaux commencèrent. Malgré les difficultés de toutes sortes opposées par le climat non moins que par la nature du terrain, il fut possible, grâce au zèle et à l'activité déployés par M. Courcelle-Seneuil, de commencer les observations le 26 septembre; dès la seconde quinzaine d'octobre la Mission était complètement installée et tous les instruments fonctionnaient régulièrement.

» Les instruments pour l'étude du magnétisme terrestre furent répartis entre M. Payen, chargé des appareils enregistreurs nouvellement imaginés par M. Mascart, et M. Le Cannelier pour les instruments à lecture directe.

» M. Lephay avait dans ses attributions la Météorologie et l'Électricité; enfin M. Courcelle-Seneuil, tout en partageant le soin des observations, s'occupait plus spécialement du passage de Vénus et du calcul des marées.

» Avec un bonheur inespéré, par une journée constamment pluvieuse, le Soleil s'est montré à trois reprises de manière à permettre l'observation de trois contacts.

» Le Dr Hyades se consacra aux recherches et aux études d'Histoire naturelle auxquelles je reviendrai dans un instant. Dans cet ordre de travaux il fut secondé par MM. Labiens et Sauvinot, ainsi que par M. Hariot vers la fin de l'expédition.

» Ces officiers vous soumettront avant peu le résumé sommaire des travaux qu'ils ont exécutés. Vous pourrez alors apprécier l'importance des documents recueillis. Je suis heureux, en attendant, de témoigner de leur zèle soutenu et du travail incessant auquel ils se sont livrés, dans les conditions difficiles résultant du climat et du milieu.

» Pendant que les observations se poursuivaient, la *Romanche* fit l'hydrographie de toute la partie de l'archipel magellanique située au sud de la Terre-de-Feu.

» Je dois signaler les noms des collaborateurs dévoués qui m'ont aidé dans cette tâche qui m'incombait plus particulièrement.

» M. Dore, mon second, malgré ses assujétissantes fonctions, a rapporté une belle collection de clichés photographiques sur les sites, les habitants et les animaux des pays visités.

» MM. de Lejarte et de Carfort m'ont secondé plus spécialement dans les travaux hydrographiques; M. de la Monneraye a pu, avec les moyens restreints dont nous disposions, obtenir une série d'observations magnétiques et météorologiques qui viendront utilement s'ajouter à celles de la mission à terre. Le Dr Halm s'est occupé de l'Histoire naturelle; enfin je dois citer le nom de M. Féart, officier d'Administration de la *Romanche*, qui nous a prêté l'aide la plus utile dans nos différents travaux.

» La *Romanche* a visité tout l'archipel magellanique, les Malouines et la Terre-des-Etats, complétant sur certains points, rectifiant sur d'autres le travail hydrographique considérable exécuté dans les mêmes parages par Fitz-Roy.

» A l'anse Saint-Martin, dans l'île Hermite, j'ai retrouvé les traces de l'observatoire élevé par Ross en 1840; mais j'ai vainement cherché les marques laissées par l'illustre marin sur un des rochers de la baie pour servir à l'étude future des mouvements du sol dans cette partie du continent américain. J'ai fait faire en différents points des marques profondes dont les

photographies conservées dans nos archives permettront dans un avenir reculé d'apprécier les changements survenus sur ce point du globe.

» Enfin, profitant des rares moments pendant lesquels le temps l'a permis, nous avons effectué plus de 120 dragages dans les eaux peu profondes de ces mers, jusqu'au sud des îles Diégo Romiry.

» Nous revenons, Messieurs, chargés d'un riche butin scientifique; les lieux rarement explorés dont ils proviennent en marquent d'avance la valeur. MM. Hyades et Halm, avec le concours de tous, ne rapportent pas moins de 170 caisses contenant des échantillons de Géologie, de Minéralogie, de Botanique, de Zoologie, recueillis dans ce pays relativement pauvre; signalons encore deux squelettes à peu près complets de Baleines australes.

» L'Anthropologie comme l'Ethnographie ont une part considérable dans ces collections; nous rapportons deux pirogues avec tout leur attirail, une hutte complète, et tous les ustensiles, armes et autres, en usage chez les Fuégiens.

» La collection complète des plantes vivantes du pays permettra peut-être d'introduire en France quelques nouvelles espèces forestières.

» Je ne veux pas terminer, Messieurs, sans signaler à votre attention le concours absolu et dévoué que nous avons trouvé dans notre personnel; sous-officiers et matelots ont fait preuve de bonne volonté, de patience et d'énergie. C'est en grande partie à l'aide que nous ont prêtée ces modestes collaborateurs que j'attribue la réussite de l'expédition.

» Les observations ont pris fin le premier septembre dernier; après avoir embarqué le matériel de la mission, nous quittions la baie Orange dans la matinée du 3 : nous y avons laissé une pyramide en pierres sèches de 6^m de hauteur, destinée à conserver le souvenir de l'expédition française du cap Horn. »

Après cette lecture, M. le **Président** prononce les paroles suivantes :

« Monsieur le Commandant de la *Romanche*, Messieurs les Officiers, Messieurs les Naturalistes de l'expédition du cap Horn, veuillez recevoir les félicitations de l'Académie, qui salue avec bonheur votre retour.

» A la fin du siècle dernier, et pendant une certaine période du siècle actuel, la Marine française avait rendu des services signalés à la Géographie et aux Sciences naturelles. Plus d'une fois, c'est avec une sorte de fierté nationale que nous avons cité les noms de La Pérouse, d'Entrecasteaux,

de Baudin, puis de Freycinet, de Duperrey, de Dupetit-Thouars, de Dumont-d'Urville, ainsi que ceux des membres du Corps de santé de la Marine qui, au cours des voyages aux terres lointaines, avaient fait d'instructives observations et de précieuses récoltes de plantes et d'animaux.

» Malgré des succès partout appréciés, l'Administration en vint à se désintéresser des découvertes; il n'y eut plus de voyages d'explorations. La Science étant entrée dans des voies nouvelles, plus que jamais le concours de la Marine devenait indispensable pour réaliser de grands desseins. Néanmoins, longtemps les Naturalistes, qui sollicitaient ce concours en vue de recherches propres à éclairer l'histoire du globe dans l'époque actuelle et dans les âges antérieurs, ne furent point entendus.

» Depuis quelques années se sont renouvelés, avec éclat, les bienfaits de la Marine. Aussi, en ce moment, j'éprouve une joie particulière d'occuper cette place, d'où il m'est permis d'exprimer à ce noble Corps de la Marine, dont on attend toujours protection ou assistance, les sentiments de gratitude des Astronomes, des Physiciens, des Naturalistes et de la Science tout entière.

» L'Académie rend hommage à l'initiative de la Commission internationale qui a proposé les études de Physique et d'Histoire naturelle à la Terre-de-Feu et elle demeure profondément reconnaissante envers les Ministres qui ont préparé ou organisé la Mission du cap Horn, M. l'Amiral Cloué, M. l'Amiral Jaureguiberry. M. l'Amiral Cloué, que j'ai le plaisir de voir assister à la séance, a donné durant sa carrière des preuves de l'intérêt qu'il porte à la Science ; — on en garde des témoignages au Muséum d'Histoire naturelle ; — ministre, il a usé de son pouvoir pour la servir : nous lui en adressons nos plus vifs remerciements.

» Monsieur Martial, monsieur le Commandant de la *Romanche*, il y a huit jours, en arrivant à Cherbourg, vous avez pu dire, comme le capitaine Cook au retour de son second voyage dans la mer du Sud : « Après une laborieuse campagne, je ramène au port tout mon monde en parfaite santé. » C'est, je crois, la première satisfaction pour le chef d'une expédition lointaine. Maintenant, il en est une autre pour vous que nous partageons : elle est donnée par la riche moisson que vous venez de faire avec l'assistance d'habiles coopérateurs pleins de zèle.

» Physiciens et naturalistes, les régions magellaniques s'offraient à notre esprit comme un champ à peine connu, et pourtant d'un intérêt vraiment exceptionnel. Grâce aux matériaux que rapportent les membres de la Mission, une certaine lumière va se dégager. Ce sera notre soin le plus doux,

notre remerciement le plus digne que d'exposer bientôt devant l'Académie et de faire connaître au public éclairé les heureux résultats et la grande portée des travaux de la Mission du cap Horn.

» En vous adressant les félicitations et les remerciements de l'Académie, Messieurs les membres de l'expédition de la *Romanche*, j'ai le chagrin de ne pas voir auprès de moi le savant illustre qui s'est occupé de la Mission avec la sympathie et la chaleur d'âme qu'il apporte dans les circonstances où se décident de belles entreprises. M. Dumas, que l'état de sa santé éloigne de nous depuis quelques semaines, n'oublie rien dans sa retraite; il a, le premier, manifesté le désir que l'Académie fît, aujourd'hui même, les honneurs de la séance aux membres de la Mission. Soyez donc assurés, Messieurs, qu'en cet instant la pensée de notre illustre Secrétaire perpétuel se confond avec la pensée de tous les Membres présents de l'Académie pour applaudir à vos succès. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines transformations que peuvent subir les équations aux différences partielles de second ordre.* Note de M. **R. Liouville.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Hermite, O. Bonnet, C. Jordan.)

« J'ai proposé précédemment une méthode pour transformer les équations aux dérivées partielles du second ordre et en déduire, dans quelques cas, leur intégration générale. Les principes dont je me sers se réduisent, en substance, à prendre pour inconnue une des dérivées premières de la fonction que l'on voulait tout d'abord calculer; au reste, ce changement d'inconnue doit quelquefois être accompagné de l'une des substitutions que l'on peut toujours effectuer sur les variables seules, sans faire usage de la relation établie entre leurs différences par l'équation que l'on cherche à résoudre.

» Je présente aujourd'hui quelques exemples où se trouvent appliquées ces transformations ou bien leurs inverses; je le fais sans m'astreindre à séparer les éléments dont elles se composent et qui se trouvent d'ailleurs en évidence.

» Étudiant ensuite une autre sorte de transformations qu'il est toujours loisible d'employer, je trouve qu'elle comprend, comme cas particulier,

celles qui ont été indiquées par Ampère pour réduire les équations de second ordre à ne contenir que l'une des dérivées de l'ordre le plus élevé.

» La théorie de cette réduction est ainsi liée aux transformations les plus générales de l'équation aux dérivées partielles du premier ordre, dont elle est une conséquence immédiate, et cette nouvelle manière de parvenir aux résultats d'Ampère semble s'étendre avec facilité aux cas où il existe plus de deux variables indépendantes. Cette extension fera l'objet d'un autre travail. »

PHYSIQUE. — *Sur l'énergie électrochimique de la lumière.* Mémoire de M. F. **Griveaux.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Jamin, Cornu.)

« Je substitue la mesure des *forces électromotrices* développées à celle des intensités des courants produits.

» Je me sers de la méthode du potentiomètre de Clark. Comme pile de comparaison, se trouvant en circuit ouvert ainsi que la pile formée par les lames d'argent sensibilisées, plongeant dans l'eau acidulée, j'emploie des étalons Latimer-Clark. La pile employée en circuit fermé est une pile Daniell. Les trois piles sont maintenues dans la glace fondante, pour éviter les perturbations qui résultent des variations de la température.

» Un électromètre de M. Lippmann, placé dans le circuit de la pile photochimique, permet les mesures; un galvanomètre de Ruhmkorff, placé dans le circuit de la pile Latimer-Clark, sert à régler plus facilement l'appareil.

» Les deux résistances, dont le rapport doit donner le rapport cherché des forces électromotrices, sont développées au moyen de deux rhéostats de Pouillet, ayant des fils de platine identiques. De cette façon, tout se ramène à un rapport de longueurs, par conséquent à des mesures de longueur. Le rhéostat placé dans le circuit de la pile de Daniell, et qui doit produire la résistance arbitraire, porte une échelle graduée en centimètres. Le rhéostat placé dans le circuit de la pile à lames d'argent porte une règle divisée en millimètres, le long de laquelle court un vernier au $\frac{1}{10}$, qui porte le godet plein de mercure dans lequel passe le fil. La mesure des longueurs se fait donc avec une très grande précision.

» Les lames sont en argent pur. Pour obtenir la formation, à leur sur-

face, d'un dépôt de sel d'argent d'épaisseur constante, on a pris de très grandes précautions. Les lames à sensibiliser sont plongées, comme électrodes positives, dans une solution au $\frac{1}{10}$ de bromure ou d'iodure de potassium; elles se trouvent toujours à la même distance de l'électrode négative, constituée par une lame de platine de même étendue. Le courant est fourni par un élément Daniell, alimenté avec une solution saturée de sulfate de cuivre et une solution également saturée de sulfate de zinc; on filtre toujours ces deux solutions avant de les employer. La pile n'est montée qu'au moment de s'en servir, et les liquides qui la forment sont renouvelés, ainsi que la solution d'iodure et de bromure de potassium, dans l'auge, à chaque opération nouvelle. La pile et l'auge sont placées dans de la glace fondante. Les fils qui réunissent les lames d'argent aux pôles de la pile sont gros et courts, et leur résistance est négligeable par rapport à celles des liquides de l'auge et de la pile.

» En raison de toutes les précautions prises, on peut admettre que le circuit traversé par le courant présente toujours la même résistance en même temps que la force électromotrice de la pile ne varie pas : l'intensité du courant ne varie pas, et, en le faisant passer toujours, pendant le même temps, on obtient le même dépôt de sel d'argent.

» Les recherches portent sur les points suivants :

» 1° Étant données la même lame et la même source lumineuse, quelle est l'influence de la distance qui les sépare?

» Comparaison des sources, au point de vue de leur pouvoir éclairant et de leur énergie électrochimique.

» 2° Influence de l'étendue superficielle de la lame sensible.

» 3° Influence de l'épaisseur du dépôt de sel d'argent.

» 4° Effets produits par la même quantité de lumière tombant sur des lames d'étendues différentes, mais préparées identiquement de la même manière.

» 5° Influence de la nature de la lumière. Relation entre la force électromotrice développée et la longueur d'onde de la lumière simple employée.

» Les résultats numériques de ces recherches seront communiqués ultérieurement à l'Académie.

» Des recherches ont été faites avec des lames sensibilisées et sèches, associées à des lames non sensibles avec lesquelles elles formaient des condensateurs; elles ont abouti à des résultats satisfaisants, avec des lames de

grande étendue. Des difficultés indépendantes de ma volonté m'ont arrêté longtemps dans la poursuite de mes expériences : j'espère être en mesure de les reprendre bientôt. »

M. d'Ocagne adresse une Note « Sur une généralisation de l'inversion des courbes ».

(Renvoi à l'examen de M. Bouquet.)

M. P. Selin adresse une Note relative à un perfectionnement de la locomotive routière.

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

M. A. Rouchaud soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à un projet d'utilisation des marées, comme forces motrices transmissibles à de grandes distances.

(Renvoi à l'examen de M. Dupuy de Lôme.)

M. E. Bernard demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 13 août 1883.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note sur un mode d'évolution du choléra, d'après une doctrine qui a pour base les fonctions du cœur.

(Renvoi à l'examen de M. Vulpian.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Les quatre premières livraisons du « Bulletin de la Commission polaire internationale », publié à Saint-Pétersbourg ;

2° Un Opuscule de M. *Abel Maître* portant pour titre : « Exploration des terrains tertiaires de Thenay. Les silex qui en proviennent portent-ils des traces de travail humain ? »

M. Laussedat, M. E. Tisserand, M. Bourgoin prient l'Académie de les comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre laissée vacante par le décès de M. de la Gournerie.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Pons-Brooks, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. **G. Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1883.		Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite ☄ — ★.	Déclinaison ☄ — ★.
Octobre	3......	*a* Anonyme	10	— 0.31,35 (m s)	+ 0.17,2 (′ ″)
	6......	*b* 16328 Arg. OE$_1$	8,5	+ 0.17,39	+ 0. 9,6
	8......	*c* 16372-3 Arg. OE$_1$	9	— 0.54,38	+ 7.27,3
	9......	*d* Anonyme	10	— 0. 3,10	— 0.18,5
	18......	*e* 1874 B.D + 55°	9,5	— 0.33,49	+ 1. 8,0
	18......	*e* »	»	— 0.22,36	— 0.30,7
	20......	*f* 1835 B.D + 54°	9,5	+ 0.52,26	— 3. 6,4
	21......	*g* 1839 »	9,5	— 0.45,75	— 4.18,5
	22......	*h* 30837 Lalande	7	— 1.42,62	— 2.54,7
	26......	*i* Anonyme	10	— 0.11,30	— 2.56,4
	31......	*j* »	9,5	+ 1.38,69	+ 0.17,4
	31......	*k* »	10,5	+ 0.18,42	+ 0.31,5
	31......	*j* »	9,5	+ 1.43,03	— 0. 9,6
Nov.	7......	*l* 2203 B.D + 51°	9	— 1.28,38	— 2.55,5
	9......	*m* 2208 »	9	+ 0. 3,60	— 2.25,5
	9......	*m* » »	»	+ 0. 9,11	— 2.49,6
	10......	*n* 2412 B.D + 50°	7	— 1.26,40	+ 0. 6,8
	13......	*o* 2430 »	9,5	+ 1. 9,14	— 2.15,4
	15......	*p* 17408 Arg. OE$_1$	9,5	+ 0. 4,15	— 1. 2,1
	17......	*q* 2692 B.D + 49°	9,5	— 0. 6,96	— 3.50,4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1883.		Etoiles de comp.	Ascens. droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
Octobre	3...	*a*	16.29. 4,5 (h m s)	—0,63 (s)	+58.20.48 (° ′ ″)	+16,9 (″)	Position approxim.
	6...	*b*	16.30. 6,39	—0,65	+57.44. 9,7	+16,5	Arg. OE$_1$.
	8...	*c*	16.32.51,52	—0,63	+57.10.34,7	+16,4	»
	9...	*d*	16.32.50,0	—0,66	+57. 5.54	+16,2	Position approxim.
	18...	*e*	16.42.35,3	—0,64	+55.16.29	+15,7	B.D.
	20...	*f*	16.44. 4,1	—0,65	+54.54.20	+15,3	»
	21...	*g*	16.46.59,3	—0,64	+54.44.51	+15,5	»
	22...	*h*	16.49.21,27	—0,63	+54 31.31,0	+15,6	Lalande
	26...	*i*	16.53.55,7	—0,61	+53.46.16	+15,3	Position approxim.
	31...	*j*	17. 1.16,6	—0,57	+52.44.43	+15,1	Id.
	31...	*k*	17. 2.38,6	—0,56	+52.44.18	+15,3	Id.

Dates 1883.	Étoiles de comp.	Ascens. droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 7...	*l*	17.19.16,4	−0,47	+51.31.19	+15,9	B.D.
9...	*m*	17.22.26,7	−0,45	+51. 9.33	+15,9	Id.
10...	*n*	17.26. 9,29	−0,42	+50.57.41,1	+16,2	W. Struve. Pos. mediæ
13...	*o*	17.31.35,3	−0,38	+50.26.25	+16,2	B.D.
15...	*p*	17.38. 8,12	−0,34	+50. 2.37,0	+16,6	Arg. OE_1
17...	*q*	17.44.31,8	−0,29	+49.41.39	+17,0	B.D.

Positions apparentes de la comète.

Dates 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison. apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Octobre. 3.....	11.46.8	16.28.32,5	$\bar{1}$,800	+58.21.22	0,785	18:18
6.....	8.40.20	16.30.23,13	$\bar{1}$,853	+57.44.35,8	0,395	20:18
8.....	10.12.26	16.31.56,51	$\bar{1}$,847	+57.18.18,4	0,666	18:18
9.....	10.16.8	16.32.46,2	$\bar{1}$,842	+57. 5. 2	0,680	6:10
18.....	6.42.53	16.42. 1,2	$\bar{1}$,759	+55.17.53	0,068	7:12
18.....	10.10.34	16.42.12,3	$\bar{1}$,810	+55.16.14	0,728	20:18
20.....	11.40.49	16.44.55,7	$\bar{1}$,694	+54.51.29	0,850	24:18
21.....	10. 1.12	16.46.12,9	$\bar{1}$,804	+54.40.48	0,730	24:18
22.....	9.51.50	16.47.38,02	$\bar{1}$,807	+54.28.51,9	0,720	18:24
26.....	8.32.45	16.53.43,8	$\bar{1}$,818	+53.43.35	0,590	20:20
31.....	10.26.40	17. 2.54,7	$\bar{1}$,742	+52.45.16	0,806	12:16
31.....	10.53.50	17. 2.56,5	$\bar{1}$,707	+52.45. 5	0,836	20:16
31.....	11.20.40	17. 2.59,1	$\bar{1}$,663	+52.44.49	0,861	12:16
Nov. 7.....	11.30.35	17.17.47,6	$\bar{1}$,604	+51.28.39	0,883	24:32
9.....	10.38.22	17.22.29,9	$\bar{1}$,690	+51. 7.23	0,842	6:24
9.....	11.30.44	17.22.35,4	$\bar{1}$,593	+51. 6.59	0,886	20:20
10.....	7.54.16	17.24.42,47	$\bar{1}$,790	+50.58. 4,1	0,595	30:20
13.....	9.27.16	17.32.44,1	$\bar{1}$,755	+50.24.26	0,768	15:18
15.....	8.27.16	17.38.11,93	$\bar{1}$,779	+50. 1.51,5	0,681	20:20
17.....	11.12.26	17.44.24,6	$\bar{1}$,598	+49.38.6	0,883	20:20

» *Remarque.* — L'étoile de comparaison du 10 novembre est double (angle de position = 262°,3; dist. = 4″,00); la comète a été rapportée à la composante boréo-suivante. Novembre 19 : la comète est une nébulosité de 6e à 7e grandeur, avec noyau; la partie la plus brillante de la chevelure, celle qui avoisine le noyau, n'est pas symétrique autour de celui-ci : elle est moins étendue dans l'angle 110°-140° et est plus brillante dans l'angle 280°-290°. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Pons-Brooks et de la planète (234) Barbara, faites à l'Observatoire de Marseille* par M. **Coggia**, transmises par M. Stephan.

Comète Pons-Brooks.

Dates 1883.	Heure de l'observ. (temps moyen de Marseille).	Ascension droite apparente de ☄.	Distance polaire apparente de ☄.	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoiles de comp.	Observ.
	h m s	h m s	° ′ ″				
Oct. 1....	8.23. 6	16.27.27,02	31.10.59,4	$\bar{1}$,8947	−0,0697	*a*	Coggia.
3....	7.34. 5	16.28.26,96	31.36. 4,9	$\bar{1}$,8499	−$\bar{1}$,4798	*a*	Id.
6....	9.24.49	16.30.23,82	32.15.40,1	$\bar{1}$,9108	−0,4970	*b*	Id.
22....	7.14.15	16.47.31,87	35.30.16,8	$\bar{1}$,8401	−0,1814	*c*	Id.
23....	7.53. 8	16.49. 2,64	35.42.14,6	$\bar{1}$,8624	−0,3898	*c*	Id.
31....	7.42.28	17. 2.38,54	37.12.32,9	$\bar{1}$,8496	−0,4413	*d*	Id.

Planète (234) Barbara.

Dates 1883.	Heure de l'observ. (temps moyen de Marseille).	Ascension droite apparente de (234).	Distance polaire apparente de (234).	Log. fact. par. en ascension droite.	Log. fact. par. en distance polaire.	Étoiles de comp.	Observ.
	h m s	h m s	° ′ ″				
Oct. 2....	9.20.15	21.19. 9,18	114.16. 0,1	$\bar{2}$,9767	−0,9134	*e*	Coggia.
4....	8.58.14	21.20.46,94	114.25.11,3	$\bar{2}$,7966	−0,9155	*e*	Id.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1883,0.

Étoiles.	Noms des étoiles.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
		h m s	° ′ ″	
a	16267 Arg. OEltzen......	16.26.22,86	31.30.11,2	Cat. Arg. OEltzen.
b	16328 Id.	16.30. 6,39	32.15.50,2	Id.
c	16604 Id.	16.48.54,73	35.46.19,8	Id.
d	16737 Id.	16.58.33,06	37.13.35,4	Id.
e	9358 Washington.......	21.19. 4,35	114.19.30,4	Cat. Washington.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation photométrique d'une éclipse du premier satellite de Jupiter;* par M. **A. Obrecht**, présentée par M. Cornu.

« Dans une Communication récente (¹), M. Cornu a exposé une nouvelle méthode d'observation des éclipses des satellites de Jupiter. Cette méthode consiste à comparer, pendant le phénomène, l'éclat variable du satellite à

(¹) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1815.

l'éclat constant d'une source auxiliaire et à déterminer l'époque du demi-éclat. Pour expérimenter cette méthode, M. Mouchez a fait installer sur l'équatorial coudé de M. Lœwy un photopolarimètre portatif, construit d'après les données de M. Cornu, en vue de la détermination des longitudes.

» Le ciel de Paris est malheureusement peu favorable à ce genre d'observations; depuis le mois d'août, je n'ai pu observer qu'une seule éclipse, celle du premier satellite, le 13 novembre dernier. J'ai comparé son éclat variable à l'éclat constant du second satellite, qui se trouvait à proximité et du même côté de la planète.

» La loi de variation d'éclat est représentée très sensiblement par les deux formules

$$e = \frac{e_1}{\pi}(\pi - \omega + \sin\omega\cos\omega),$$
$$x = R\cos\omega$$

(*loc. cit.*, p. 1816), dans lesquelles e_1 est l'éclat relatif du satellite avant l'éclipse, e son éclat relatif au moment du pointé, R la demi-durée du phénomène, x le temps qui sépare l'époque du pointé de celle du demi-éclat, ω un angle auxiliaire.

» La valeur de e_1 a été déterminée par quarante comparaisons; le mauvais état du ciel et les difficultés de cette première observation, dans laquelle l'appareil enregistreur n'était point encore installé, n'ont permis de déterminer que quatre valeurs de e. Les équations écrites plus haut permettent de trouver les valeurs correspondantes de $\frac{x}{R}$; en combinant les valeurs de ces rapports avec les époques des pointés, on trouve la valeur de R, d'où l'on déduit immédiatement les quantités x, c'est-à-dire les corrections à apporter aux époques des comparaisons pour avoir le moment du demi-éclat.

» On trouve $R = 99^s,7$; on aurait, du reste, une valeur approchée de R (suffisante pour réduire les observations voisines du demi-éclat) si l'on admettait comme connu le diamètre du satellite. En prenant celui qu'a donné Laplace, on trouve $R = 108^s,0$.

T — Temps de la pendule sidérale	$\frac{e}{e_1}$.	$\frac{x}{R}$.	x.	T — x au moment du demi-éclat.
h m s 6.25. 1	0,87	— 0,626	— 62,4	h m s 6.26.3,4
19	0,79	— 0,477	— 47,6	26.6,6
40	0,68	— 0,281	— 28,0	26.8,0
26. 8	0,47	+ 0,046	+ 4,6	26.3,4
			Moyenne...	6.26.5,4

» J'ai pensé qu'il était intéressant de citer cette première observation. Elle n'a pas la prétention de justifier la méthode, mais elle montre que l'application en est relativement facile, même dans des conditions défavorables.

» J'ajouterai, pour prendre date, que le moment du demi-éclat correspond à l'époque où le centre du satellite se trouve sur un cône tangent à Jupiter et ayant son sommet au centre du Soleil. Le problème des éclipses est ainsi simplifié. Je compte publier prochainement un certain nombre de Tables, basées sur les Tables de Bessel, et donnant immédiatement l'époque du demi-éclat. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Remarques sur une formule de M.* Tisserand; par M. R. RADAU.

« Les fonctions $P^{n,k}$ définies par l'équation $(1 - 2\theta z + \theta^2)^{-k} = \Sigma\theta^n P^{n,k}$, où k est un nombre quelconque, sont données par la formule

$$(1) \left\{ \begin{aligned} &\frac{n!}{k(k+1)\ldots(k+n-1)} P^{n,k} \\ &\quad = (2z)^n - \frac{n(n-1)}{k+n-1}(2z)^{n-2} + \frac{n(n-1)(n-2)(n-3)}{1.2(k+n-1)(k+n-2)}(2z)^{n-4} - \ldots, \end{aligned} \right.$$

$(n! = 1.2\ldots n)$, et elles satisfont à l'équation

$$(1 - z^2) D_z^2 P^{n,k} - 2z D_z P^{n,k} + n(n+1) P^{n,k} = 2k(2k-1) P^{n-2,k+1}.$$

» Si l'on pose, avec M. Tisserand, $z = \mu \cos x + \nu \cos y$, $\mu + \nu = 1$, et

$$P^{n,k} = \Sigma A_{i,j}^{n,k} \mu^i \nu^j \cos ix \cos jy,$$

on trouve

$$(\nu - \nu^2) D_\nu^2 A_{i,j}^{n,k} + (a + b\nu) D_\nu A_{i,j}^{n,k} + c A_{i,j}^{n,k} = 2k(2k-1) A_{i,j}^{n-2,k+1},$$

relation par laquelle les A^{k+1} se déduisent des A^k (excepté pour $k = \frac{1}{2}$).

» Pour déterminer les coefficients A d'une manière plus directe, convenons de représenter par $(x+1)^m$ le produit $(x+1)(x+2)\ldots(x+m)$. En faisant usage de cette notation et posant $n = i + j + 2f$, on vérifie facilement que

$$(2z)^n = \sum \frac{4n!}{i!j!f!} \left(\frac{\mu^2}{i+1} + \frac{\nu^2}{j+1} \right)^f \mu^i \nu^j \cos ix \cos jy$$

(il faut diviser par 2 toutes les fois que $i = 0$ ou $j = 0$). Cette expression

étant substituée dans (1), on trouve immédiatement

$$A_{i,j} = 4\frac{(k-1+1)^n}{i!j!f!}\left(\frac{\mu^2}{i+1}+\frac{\nu^2}{j+1}-\frac{1}{k+n-1}\right)^f.$$

» En développant, il vient

$$\frac{A_{i,j}}{(k-1+1)^n} = \sum_{h=0}^{h=} \frac{4}{h!}\left(\frac{-1}{k+n-1}\right)^h \sum \frac{\mu^{2m}\nu^{2m'}}{m!\,m'!\,(i+m)!\,(j+m')!}, \quad (m+m'=f-h).$$

» C'est la série hypergéométrique à deux variables indiquée par M. Appell (*Comptes rendus*, p. 1039).

» Lorsqu'on développe suivant les puissances de ν, en remplaçant μ par $1-\nu$, les coefficients deviennent plus compliqués. »

MÉCANIQUE. — *Sur la résistance d'un anneau à la flexion.* Note de M. J. **Boussinesq**.

« Dans une Note du 5 novembre courant (*Comptes rendus*, p. 979), M. Maurice Levy critique la méthode que j'ai suivie pour arriver à la valeur de la plus petite pression capable de faire fléchir un anneau d'abord circulaire, quoiqu'il regarde (p. 981) la valeur ainsi obtenue presque sans calculs (et dont il n'avait pas parlé dans sa lecture du 24 septembre) comme étant la vraie ; car, dit-il, si l'on a donné à un anneau (et c'est ce que je suppose) une forme telle qu'il ne puisse pas se déformer infiniment peu, il est *extrêmement probable* qu'*a fortiori* il ne pourra pas prendre une déformation finie. J'ajouterai qu'il s'agit, pour M. Levy comme pour moi, d'un anneau soumis à une pression assez lentement croissante et à des ébranlements assez faibles pour que ses diverses parties acquièrent seulement des vitesses infiniment petites, ou pour que ses formes successives soient uniquement des formes d'équilibre, les seules que M. Levy considère, tout comme moi; de sorte que, si l'anneau était exposé à des ébranlements considérables ou prenait, pour des raisons quelconques, des vitesses finies, le problème de la stabilité de sa forme échapperait à l'analyse de M. Levy ainsi qu'à la mienne. Or, dans les conditions ou limites ainsi admises, il n'est pas seulement probable, il est évident que l'anneau, à l'instant où il commencera à fléchir, ne s'éloignera qu'infiniment peu de la forme circulaire; d'où il suit que de grandes flexions ne pourront survenir qu'à la suite de petites, et que, par conséquent, si la pression n'atteint pas une

valeur pour laquelle des flexions infiniment petites soient possibles, les grandes seront évitées par le fait même. Et la pression la plus faible capable de faire naître des flexions infiniment petites sera la vraie limite supérieure demandée des pressions, quand bien même les grandes flexions, *une fois produites*, pourraient être maintenues par des pressions moindres que celle-là; car l'anneau dont on veut prévenir la déformation est un anneau encore circulaire et non un anneau déjà fléchi.

» Le premier des deux reproches que m'adresse M. Levy est de n'avoir pas déterminé l'amplitude $2C$ des flexions que je considère. Or, si je ne l'ai pas fait, c'est que, au point de vue du problème pratique posé, elle est toute déterminée par cela seul qu'on la suppose infiniment voisine de sa limite zéro : ce qu'on demande, en effet, c'est *uniquement* la valeur, *correspondant à cette limite*, de la pression p, c'est-à-dire la première pour laquelle l'anneau puisse commencer à s'écarter de la forme circulaire. Voilà aussi pourquoi l'expression de p obtenue, $\frac{3EI}{R^3}$, est une certaine valeur fixe, non une variable continue, comme le voudrait (et c'est sa seconde objection) M. Levy. De fait, pareillement à ce qui arrive pour la *flèche* dans la question analogue de la pièce prismatique, *chargée debout*, l'amplitude $2C$, dès qu'elle n'est plus nulle, se détermine en fonction de la pression p devenue alors un peu différente de $\frac{3EI}{R^3}$, soit en tenant compte, dans les équations du problème, des termes de l'ordre de C^2, c'est-à-dire en passant à une deuxième approximation par la méthode ordinaire des approximations successives, soit en employant les formules plus générales qu'a dû trouver M. Levy. La nécessité d'une deuxième approximation pour obtenir ainsi les petites variations de la pression fléchissante p en fonction des petites valeurs correspondantes $2C$ des flexions produites prouve simplement que les variations dont il s'agit sont d'un ordre de petitesse, en C, supérieur au premier; comme il était aisé de le prévoir d'après le principe même de Fermat sur la quasi-invariabilité des fonctions dans le voisinage de leurs maxima ou de leurs minima. Mais cette recherche constitue un problème distinct de la question plus élémentaire que j'avais en vue, et mon intention n'était pas de m'y engager. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les lignes de courbure de la surface des ondes.* Note de M. G. Darboux.

« Les lignes de courbure de la surface des ondes ont été l'objet de différentes recherches à la suite d'une Note insérée en 1858 par M. Bertrand dans les *Comptes rendus* (t. XLVII, p. 817). Un géomètre avait annoncé que la courbe de contact de la développable circonscrite à la surface et à une sphère concentrique est une ligne de courbure. M. Bertrand démontre deux théorèmes élégants qui mettent en évidence l'inexactitude de cette proposition. Depuis, un très habile géomètre, M. Combescure, est revenu sur ce sujet dans les *Annales de Tortolini* (t. II, p. 278; 1859) et il a donné, entre autres résultats, l'équation différentielle des lignes de courbure. Une courte Note de M. Brioschi, placée à la suite du travail précédent, contient une transformation intéressante de cette équation.

» J'ai été conduit à m'occuper des lignes de courbure de la surface des ondes en étudiant la forme des lignes de courbure d'une surface quelconque dans le voisinage d'un ombilic. Cette intéressante question a déjà été l'objet des recherches de M. Cayley (*Philosophical Magazine*, t. XXVI, 4e série, p. 373, 441).

» Les lignes de courbure, dans le voisinage d'un ombilic, ne ressemblent nullement à un cercle et leur forme est très variable. Si l'on désigne par A, B, C, α, β, γ six paramètres dépendant de la forme de la surface dans le voisinage de l'ombilic, les lignes de courbure sont définies par les formules suivantes :

$$(1)\left\{\begin{aligned} x &= \mathrm{K}(p-\alpha)^{\mathrm{A}}(p-\beta)^{\mathrm{B}}(p-\gamma)^{\mathrm{C}}[p^2-1-(\alpha\beta\gamma+\alpha+\beta+\gamma)p],\\ y &= \mathrm{K}(p-\alpha)^{\mathrm{A}}(p-\beta)^{\mathrm{B}}(p-\gamma)^{\mathrm{C}}[\alpha\beta\gamma(1-p^2)-(1+\alpha\beta+\alpha\gamma+\beta\gamma)p],\end{aligned}\right.$$

où x, y désignent les coordonnées rectangulaires de la projection du point sur le plan tangent; p est un paramètre variable et K la constante arbitraire qui varie quand on passe d'une ligne de courbure à l'autre.

» Le résultat précédent, sur lequel j'aurai sans doute l'occasion de revenir pour le compléter, fournit un moyen de reconnaître si les lignes de courbure d'une surface peuvent être algébriques. Une condition nécessaire est que les nombres A, B, C relatifs à chaque ombilic soient commensurables. Si cette condition n'est pas remplie pour un seul ombilic, on pourra affirmer que les lignes de courbure ne sont pas algébriques.

» En appliquant ce critérium à la surface des ondes qui était tout indiquée pour cet ordre de recherches, je reconnus que dans ce cas et pour tous les ombilics A, B, C sont commensurables. Dans le voisinage de chaque ombilic les lignes de courbure sont semblables à des courbes algébriques du dixième ordre. J'ai été ainsi conduit à de nouvelles études qui ont été communiquées en 1878 au Congrès de l'Association française.

» Conservons les variables α, β, α', β' déjà définies et posons, pour abréger,

$$f(\alpha) = (\alpha - a)(\alpha - b)(\alpha - c);$$

l'équation différentielle des lignes de courbure, déjà donnée par M. Combescure, sera

$$(2)\quad f(\alpha)\,d\beta^2 + f(\beta)\,d\alpha^2 - d\alpha\,d\beta\left\{2f(\alpha) + (\beta - \alpha)\left[f'(\alpha) - \frac{f(\alpha)}{\alpha}\right]\right\} = 0.$$

» Cette équation conserverait absolument la même forme si, au lieu de l'écrire avec les variables α, β on employait α, β'. Je vais montrer qu'on peut l'intégrer *toutes les fois que la fonction du troisième degré $f(x)$ se réduit à un polynôme du deuxième degré.*

» Pour cela, je remarque que, si l'on pose, pour abréger,

$$\varphi(x) = xf(x),$$

et si l'on substitue à β la variable $v = \alpha(\beta - \alpha)$, l'équation (2) deviendra

$$(3)\qquad \varphi(\alpha)\frac{dv^2}{d\alpha^2} - \varphi'(\alpha)v\frac{dv}{d\alpha} + v\varphi(\alpha) + \frac{v^2}{2}\varphi''(\alpha) + \frac{v^3\varphi^{\text{IV}}(\alpha)}{6} = 0.$$

Si $f(x)$ est du second degré et par conséquent $\varphi(x)$ du troisième, le dernier terme de l'équation précédente disparaîtra. Je suppose que dans $\varphi(x)$ le coefficient de la troisième puissance ait été ramené à l'unité et je pose

$$w = \frac{\varphi(\alpha)}{v}.$$

» L'équation en w sera

$$(4)\qquad \varphi(\alpha)\frac{dw^2}{d\alpha^2} - \varphi'(\alpha)w\frac{dw}{d\alpha} + w^3 + \frac{w^2}{2}\varphi''(\alpha) = 0.$$

On peut l'écrire

$$\varphi\left(\alpha - w\frac{d\alpha}{dw}\right) + w^3\frac{d\alpha^2}{dw^2}\left(\frac{d\alpha}{dw} + 1\right) = 0,$$

et si l'on effectue le changement de variables bien connu, défini par les

formules

$$(5)\qquad \begin{cases} \alpha - \varpi \dfrac{d\alpha}{d\varpi} = y, & -\varpi = \dfrac{dy}{dp}, \\ \dfrac{d\alpha}{d\varpi} = p, & \alpha = y - p\dfrac{dy}{dp}, \end{cases}$$

l'équation devient

$$\varphi(y) - p^2(p+1)\frac{dy^3}{dp^3} = 0.$$

» On n'a plus qu'à séparer les variables et à intégrer, ce qui donne

$$\int \frac{dp}{p^{\frac{2}{3}}(1+p)^{\frac{1}{3}}} = \int \frac{dy}{[\varphi(y)]^{\frac{1}{3}}}.$$

» Ce premier résultat, relatif au cas où $f(x)$ est du second degré, prouve déjà que les *lignes de courbure de la surface des ondes ne peuvent être des courbes algébriques d'un degré déterminé*. S'il n'interdit pas d'espérer que l'intégrale de l'équation plus générale (2) pourra être obtenue, il montre du moins que cette intégrale ne pourrait être exprimée que d'une manière assez compliquée. Enfin il a des applications géométriques que je signalerai en terminant.

» La surface des ondes est l'apsidale d'un certain ellipsoïde (E). Supposons que cet ellipsoïde devienne un cylindre, l'un de ses axes grandissant indéfiniment. La surface des ondes se transformera en une surface dont les lignes de courbure seront déterminées par l'équation que nous venons d'intégrer.

» Lorsque deux des axes de l'ellipsoïde tendent à devenir égaux, l'une des nappes de la surface des ondes se rapproche d'une sphère; si les trois axes a, b, c tendent vers une valeur commune r par des formules telles que les suivantes :

$$a = r + \varepsilon a', \quad b = r + \varepsilon b', \quad c = r + \varepsilon c',$$

où a', b', c' sont des quantités fixes, les deux nappes de la surface se rapprochent de la sphère de rayon r. Dans l'un et l'autre cas, les lignes de courbure tendent vers des positions limites, et leur équation différentielle se ramène à celle que nous avons intégrée.

» On peut donc considérer comme connues les lignes de courbure de toutes les surfaces des ondes qui se présentent en Physique et qui sont, comme on sait, peu différentes de la sphère. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les courbes de genre un*. Note de M. **Humbert**, présentée par M. Jordan.

« VIII. Il reste à examiner le cas où, x_1, x_2, x_3 ayant k zéros communs, les équations

$$(10)\qquad \begin{cases} X(u) - X(t) = 0, \\ Y(u) - Y(t) = 0 \end{cases}$$

admettent en u d'autres solutions communes que les valeurs

$$t + h\omega + nh'\omega'.$$

» Soient

$$t + h\omega + nh'\omega',\; u_1(t) + h\omega + nh'\omega',\; \ldots,\; u_{p-1}(t) + h\omega + nh'\omega'$$

ces solutions communes.

» On démontre que :

» 1° La variable revenant au point t, après avoir décrit un chemin quelconque, la série des valeurs que prennent les fonctions $u_1, u_2, \ldots, u_{p-1}$ est identique, à l'ordre près et à des multiples près des périodes, à la série

$$u_1,\; u_2,\; \ldots,\; u_{p-1}.$$

» 2° La somme

$$t + u_1(t) + \ldots + u_{p-1}(t)$$

est constante, à des multiples près des périodes.

» 3° Les fonctions

$$t,\; u_1(t),\; \ldots,\; u_{p-1}(t)$$

satisfont à une équation de la forme

$$(11)\qquad Z(u) - Z(t) = 0,$$

où Z est une fonction doublement périodique, aux périodes ω, $n\omega'$, et d'ordre p.

» 4° p est diviseur de $n - k$, ordre de X et de Y :

$$n - k = pm'.$$

» Cela posé, on sait qu'il existe entre les deux fonctions doublement périodiques, aux mêmes périodes, X et Z, une relation algébrique.

» Si l'on se donne la valeur de $Z(t)$, en posant

$$Z(t) = Z(t_0),$$

on a pour t les p séries de valeurs

$$(12) \quad t_0 + h\omega + nh'\omega', \quad u_1(t_0) + h\omega + nh'\omega', \quad \ldots, \quad u_{p-1}(t_0) + h\omega + nh'\omega.$$

Mais la relation

$$X[u_i(t) + h\omega + nh'\omega'] = X(t), \qquad (i = 1, 2, \ldots, p-1)$$

montre qu'à une valeur quelconque de t, comprise dans les séries (12), correspond la seule valeur $X(t_0)$ de X : par conséquent, à une valeur de Z correspond une seule valeur de X, et X est fonction rationnelle de Z. Il en est de même de Y, et, par suite :

» *La courbe décrite par le point* $(1, X, Y)$ *ou* (x_1, x_2, x_3) *est unicursale.*

» On voit aisément que le degré de cette courbe est m'. »

MÉCANIQUE. — *Application d'une proposition de Mécanique à un problème relatif à la figure de la Terre.* Note de M. E. BRASSINNE.

« 1° Dans une récente Communication faite à l'Académie (30 septembre 1883), j'ai énoncé une proposition d'Hydrostatique; quelques observations qui m'ont été adressées m'ont fait penser qu'il était utile d'indiquer une application du nouveau théorème :

» THÉORÈME. — *On considère un ellipsoïde liquide, dont les axes sont* A, B, C. *Si les forces attractives exercées par toute la masse sur un de ses points* x', y', z' *peuvent être exprimées par des relations de la forme*

$$X = x'P, \quad Y = y'Q, \quad Z = z'R$$

et si les quantités constantes P, Q, R *sont dans le rapport*

$$P, Q, R = \frac{1}{A^2}, \quad \frac{1}{B^2}, \quad \frac{1}{C^2},$$

la surface de l'ellipsoïde sera celle d'équilibre.

» Dans ces conditions, les trois colonnes cylindriques infinitésimales, partant du centre et dirigées suivant les axes, auront des poids égaux ; et l'on peut remarquer que les axes de l'ellipsoïde, si importants en Géométrie, ont une utilité particulière dans l'Hydrostatique.

» 2° Nous prendrons pour exemple l'ellipsoïde de révolution dont l'axe polaire suivant les x est r et dont le rayon équatorial est $r+\gamma$ (γ supposé très petit et du premier ordre); dans le cas de l'homogénéité, les forces attractives, pour un point x', y', z', sont

$$X = \frac{3mx'}{r^3}\left(\frac{1}{3} - \frac{2\gamma}{5}\right), \quad Y = \frac{3my'}{r^3}\left(\frac{1}{3} - \frac{2\gamma}{5}\right) - \frac{6m\gamma . y'}{5r^3}.$$

» Cette dernière devra être diminuée de la force centrifuge $my'\omega^2$. La proposition donne la relation

$$(1) \qquad \frac{Q - m\omega^2}{P} = \frac{1}{(r+\gamma)^2}\,\frac{1}{r^2}.$$

» Si l'on suppose que r, qui représentera l'axe polaire, soit égal à l'unité, au second ordre près, la proportion deviendra

$$(1) \qquad \frac{Q - Pm\omega^2}{P} = -2\gamma,$$

de laquelle on déduit, en négligeant le second ordre,

$$\gamma = \frac{5}{4}\omega^2,$$

ou le rapport de l'ellipticité à la force centrifuge.

» Cette dernière relation résout ainsi le problème le plus essentiel que se propose Clairaut, dans son Ouvrage *De la figure de la Terre* (n° 55). Cet illustre géomètre considère une masse fluide, composée de couches sphérique dont les densités sont prises à volonté, et qui tourne autour d'un de ses diamètres; il se propose de démontrer que, lorsque cette masse liquide sera en équilibre, sa superficie et celle de toutes les couches qui la composent seront, sans erreur sensible, des surfaces de sphéroïdes elliptiques; si la rotation est telle que, à l'équateur, la force centrifuge soit une petite partie de la pesanteur, on veut aussi déterminer la relation qui doit exister entre la fonction qui exprime la densité et celle qui exprime la variabilité des couches.

» La deuxième des équations (1) résout le problème; mais, comme Clairaut suppose les masses hétérogènes composées de couches de densités variables, il modifie approximativement les valeurs précédentes, et

$$X = \frac{4\pi}{r^2}x'\int_0^r \Delta r^2\,dr.$$

La partie négative de Y prend la forme

$$\frac{8\pi}{5r^5}\int \Delta\, d(r^5\gamma) - F = - K,$$

qu'il faut encore diminuer de la force centrifuge $4\pi AQ$ (notation de Clairaut). Cela posé, il établit l'équilibre par la condition que, en un point quelconque dont la donnée est y', la force attractive est normale à la couche elliptique qui passe par ce point. Il arrive ainsi à une proportion identique à la relation (1).

» Remarquons, d'après la forme des valeurs de X, Y, que

$$Q = P - k - m\omega^2;$$

dans le cas que nous considérons, le rayon polaire vaut l'unité et la relation

$$\frac{Q - P - m\omega^3}{P} = -2\gamma$$

revient à

$$(1 + 2\gamma) = m\omega^2,$$

qui exprime l'égalité des poids des colonnes polaires et équatoriales.

» La relation trouvée par Clairaut, différentiée deux fois de suite, en considérant la densité Δ et l'ellipticité γ comme fonction de la distance r au centre, donne immédiatement l'équation différentielle

$$X(1 + 2\gamma)(Q - m\omega^2) = P,$$

dont Laplace fait usage dans la *Mécanique céleste*, pour la solution du problème que nous avons mentionné. Cette équation, comme celle de Clairaut, exprime simplement que les poids des colonnes équatoriales et polaires sont égaux (*Méc. céleste*, Livre III, n° 30). »

CHIMIE. — *Action de l'acide carbonique sur les dissolutions sucrées calcaires.* Note de M. D. **Loiseau**, présentée par M. Cahours.

« J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur un ordre de phénomènes qui intéressent à la fois la Science et l'Industrie. Ils sont relatifs à l'action que l'acide carbonique exerce sur les dissolutions sucrées plus ou moins chargées de chaux. Les expériences que j'ai faites avec M. Boivin ont été commencées il y a une vingtaine d'années et sont terminées depuis longtemps; mais, jusqu'à ce jour, nous n'avons fait connaître que les ré-

sultats signalés dans la Note que l'Académie a bien voulu insérer dans ses *Comptes rendus*, séance du 23 janvier 1865, p. 165 et 166. Nos expériences ont été faites :

» 1° Avec des dissolutions sucrées calcaires limpides;

» 2° Avec des dissolutions sucrées calcaires contenant de la chaux en suspension.

» *Action de l'acide carbonique sur les dissolutions sucrées calcaires limpides.* — L'Académie connaît les observations de Pelouze, Kulhmann, Dubrunfaut et Barreswil sur cette question. Je me bornerai donc à citer les résultats des expériences que j'ai faites en collaboration avec M. Boivin.

» *Expérience :* Une dissolution sucrée, contenant 10 pour 100 de sucre pur, fut saturée de chaux, à la température de 20°C. à 25°C., en lui faisant subir le contact d'un excès de cette base préalablement hydratée à l'état pulvérulent. La chaux indissoute fut séparée du liquide par filtration.

» Les chimistes savent qu'une dissolution sucrée calcaire, ainsi préparée, jouit des propriétés suivantes : elle fournit un précipité de sucrate tribasique de chaux si l'on élève progressivement sa température, ainsi que l'a montré M. Peligot, et elle fournit un précipité de sucrate bibasique de chaux si on la refroidit suffisamment, ainsi que l'ont montré MM. Boivin et Loiseau.

» Or, si l'on fait agir l'acide carbonique sur une pareille dissolution, à la température de 20°C. à 25°C., les propriétés que nous venons de signaler sont profondément modifiées : une proportion relativement considérable de gaz peut bien être absorbée, sans que le liquide change d'aspect, si l'on a soin d'opérer le mélange des deux corps par une agitation continuelle; mais, si un excès d'acide carbonique agit sur des surfaces de liquide non renouvelées, on y constate la formation d'un produit blanc, gélatineux, qui se redissout d'abord très facilement dans la dissolution sucrée calcaire. Quant à cette dissolution, si, prélevant des échantillons aux diverses phases de son traitement par l'acide carbonique, nous les soumettons à l'influence de la chaleur ou à celle d'une basse température (vers 0°), nous voyons diminuer la proportion qu'elle pouvait fournir de sucrate tribasique de chaux ou de sulfate bibasique de la même base, à mesure que l'action de l'acide carbonique est plus prolongée, jusqu'à ce que, l'expérience étant continuée avec précaution, il ne se produise aucun précipité. Ainsi la présence du carbonate de chaux dans la dissolution s'oppose à la précipitation des sucrates de même base, et c'est la présence d'un sucrate de chaux

qui permet au carbonate de chaux de ne pas se précipiter au moment de sa formation; le sucrate et le carbonate se retiennent donc mutuellement dans la dissolution.

» Arrivé à ce terme de l'expérience, continuons à faire agir l'acide carbonique et prélevons de temps en temps des échantillons de la dissolution, afin de les soumettre à l'influence de la chaleur ou à celle d'une basse température (vers 0°); nous constaterons : 1° que la dissolution sucrée calcaire persiste à ne plus fournir de sucrate bibasique de chaux, sous l'influence d'une basse température; 2° qu'elle acquiert de nouveau la propriété de fournir un précipité sous l'influence de la chaleur; que ce précipité est, comme le sucrate tribasique de chaux, redissous par son eau mère lorsqu'on abandonne le mélange au refroidissement; mais ce précipité n'est pas du sucrate tribasique de chaux, car il contient une proportion relativement considérable de *carbonate de chaux*, en même temps que du *sucre* et de la *chaux*.

» Continuons encore l'action de l'acide carbonique sur la dissolution sucrée calcaire et agissons lentement jusqu'à ce que le liquide commence à se troubler; le trouble augmentera ensuite naturellement et l'on verra apparaître un abondant précipité gélatineux qui contiendra, comme le précédent, du *carbonate de chaux*, du *sucre* et de la *chaux*, et ces trois substances sont tellement unies ensemble qu'on les dissout en même temps dès qu'on les mélange avec un volume, égal au leur environ, de la dissolution sucrée calcaire qui n'a pas subi le contact de l'unité carbonique. »

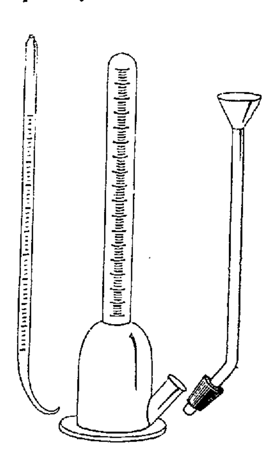
CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une nouvelle forme d'uréomètre.* Note de M. W.-H. GREENE, présentée par M. Wurtz.

« Le dosage de l'urée par les appareils de MM. Hüfner, Yvon et Magnier de la Source exige plus de soin et de temps qu'on n'en peut généralement donner aux analyses cliniques. C'est pourquoi j'ai imaginé un appareil simple, permettant d'effectuer rapidement un dosage approximatif.

» Il consiste en un petit flacon et un tube divisé, d'une seule pièce, comme il est représenté dans le dessin ci-contre.

» On remplit complètement l'appareil de la solution d'hypobromite, et on le pose sur une assiette destinée à recevoir le liquide qui s'écoulera pendant l'analyse. A l'aide d'une pipette dont le bout est courbé de manière à entrer jusqu'au milieu du flacon, on introduit un ou plusieurs centimètres cubes de l'urine : la décomposition a lieu au fur et à mesure que

ce liquide entre dans l'appareil. Le trou de la pipette doit être assez petit pour qu'il n'en coule qu'à peu près 3^{cc} ou 4^{cc} par minute.



» Quand la décomposition a porté sur la quantité voulue d'urine, on adapte à l'embouchure du flacon un large tube à entonnoir, formant l'angle en bas de manière qu'il se place parallèlement au tube contenant le gaz : on y verse de la solution d'hypobromite jusqu'à ce que le niveau soit le même dans les deux tubes.

» On lit alors le volume du gaz et l'on fait le calcul. Comme contrôle, on peut introduire 1^{cc} d'une solution titrée d'urée, et comparer le volume d'azote qu'il donne avec celui qu'a donné l'urine.

» Au lieu d'employer le tube à entonnoir, on peut plonger l'appareil dans un vase plein d'eau, pour avoir le vrai niveau du gaz.

» Le flacon doit avoir une capacité d'à peu près 50^{cc}, et le tube mesureur doit pouvoir contenir de 20^{cc} à 25^{cc}. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Expériences sur le passage des bactéridies charbonneuses dans le lait des animaux atteints du charbon.* Note de MM. **J. Chambrelent** et **A. Moussous**, présentée par M. Bouley.

« Lorsqu'une maladie virulente atteint une femelle en lactation, le lait de celle-ci renferme-t-il le micro-organisme agent de cette infection? Il a été longtemps admis qu'il n'en était rien et que le lait sécrété dans de telles conditions n'offrait pas de virulence; semblable opinion ne nous paraît plus aujourd'hui acceptable, du moins en ce qui concerne la maladie charbonneuse.

» Déjà, en 1879, Feser ([1]) reconnaît au microscope la bactéridie dans le lait d'une brebis rendue charbonneuse. Ce lait inoculé à deux brebis leur communique la maladie, à laquelle elles succombent rapidement.

» Garreau ([2]), au contraire, tente sur des lapins des inoculations avec le lait d'une vache charbonneuse : ces inoculations restent sans effet.

» Emler ([3]) fait des examens microscopiques et pratique des inoculations. Il étudie ainsi divers produits de sécrétions d'animaux charbonneux et entre autres le lait. Il arrive à cette conclusion que, tantôt ces sécrétions sont virulentes et tantôt privées de virulence.

» On le voit, malgré la diversité des résultats de ces expériences, certains de ces faits semblent attester le passage de la bactéridie dans la sécrétion de la glande mammaire.

» Dans leur récent travail, MM. Strauss et Chamberland, appliquant la méthode des cultures et des inoculations à la recherche du passage de la bactéridie charbonneuse dans le sang du fœtus, dans la bile et dans l'urine, reconnaissent d'une façon évidente la réalité du fait, mais ils ne citent à propos du lait aucune recherche ainsi conduite.

» C'est cette méthode des cultures suivies d'inoculations que nous nous sommes proposé d'appliquer à la recherche du passage des bactéridies dans le lait des animaux atteints de charbon.

» Nos expériences ont été faites à la Faculté des Sciences de Bordeaux, dans le laboratoire de Chimie que M. le professeur Gayon avait gracieusement ouvert à nos travaux; elles ont été faites avec le concours de M. Dupetit, son préparateur. En voici le détail :

» *Expérience n° 1.* — Le 8 octobre, à 10h du matin, nous inoculons avec une culture de virus charbonneux une cobaye qui avait mis bas le 28 septembre et qui, jusqu'au jour de l'expérience, avait allaité ses petits. Le lendemain 9 octobre, à 5h du soir, l'animal expirait sous nos yeux, et nous pûmes nous rendre compte par l'autopsie qu'il avait bien succombé au charbon. Une goutte de sang prise dans un des ventricules du cœur contenait une quantité énorme de bactéridies.

» Nous recueillons immédiatement du lait, de façon à nous mettre à l'abri de toutes les impuretés venues du dehors qui auraient pu le souiller. Ce lait est pris de la manière suivante : le poil est coupé autour du mamelon; celui-ci est flambé à plusieurs reprises, et nous

---

([1]) Feser, *Centralblatt. f. Cyn.*, 1879, p. 69.

([2]) Garreau, cité par Puech, *Maladies de l'espèce bovine*. 6e édition, 1883.

([3]) Emler, *Experimentelle Beitrage zur Milzbrandfrage* (*Arch. f. Wissench. und prakt. Thierheilkunde*, t. VI, 1880).

([4]) *Archives de Physiologie*, mars 1883.

en faisons sourdre une goutte de lait. Prenant alors un tube stérilisé, nous en brisons la pointe et aspirons cette goutte de lait que nous déposons avec toutes les précautions voulues dans un ballon Pasteur, contenant du bouillon de bœuf. Nous ensemençons ainsi quatre ballons Pasteur que nous refermons avec soin et que nous plaçons ensuite à l'étuve.

» Une goutte de lait, examinée à ce moment au microscope, ne nous paraît contenir aucune bactéridie, tandis au contraire que, comme nous l'avons déjà dit, le sang en renferme beaucoup. Ajoutons que ce lait offre une apparence absolument normale.

» Le 11 octobre, à 4h du soir, les ballons sont retirés de l'étuve et examinés. Deux sont restés parfaitement limpides. Un paraît contenir des impuretés, entre autres un ferment aérobie qui forme une pellicule de la surface. Le quatrième présente quelques flocons et offre l'aspect d'une culture charbonneuse.

» Le contenu de ce dernier ballon, examiné au microscope, nous montre qu'il contient des bactéridies et des filaments enchevêtrés, ceux-ci toutefois en petit nombre.

» Prenant alors, à l'aide d'un tube stérilisé, une goutte de cette culture, nous l'inoculons à un jeune cobaye. Ce cobaye meurt deux jours après. Son sang, examiné au microscope, contient des bactéridies.

» La culture, qui avait été remise à l'étuve, examinée de nouveau le 15 octobre, avait pris de plus en plus l'aspect caractéristique des cultures de charbon. L'examen microscopique y révélait un grand nombre de filaments. Un nouveau cobaye, inoculé avec cette culture, meurt le lendemain.

» *Expérience n° 2.* — Dans l'expérience précédente, le lait avait, comme nous l'avons signalé, été recueilli quelques minutes avant la mort de l'animal. Bien que le temps écoulé entre le moment de la mort et celui où nous avons recueilli le lait fût très court, nous voulûmes, dans l'expérience suivante, éviter les causes d'erreur pouvant provenir d'une lésion cadavérique, et résolûmes de prendre du lait avant la mort de l'animal.

» Le 11 octobre, à 10h du matin, nous inoculons avec du virus charbonneux une cobaye en lactation ayant mis bas quelques jours auparavant. Le lendemain, à 5h du soir, l'animal vivait encore. Nous prenons alors du lait avec les mêmes précautions que nous avons décrites dans l'expérience précédente. Nous ensemençons avec ce lait quatre ballons Pasteur contenant du bouillon de bœuf, et nous les mettons à l'étuve. Le 15 octobre, nous examinons les cultures. Une est restée parfaitement limpide. Deux ont pris l'aspect caractéristique des cultures de charbon. La quatrième paraît contenir un ferment étranger.

» Les deux cultures, présentant l'aspect charbonneux, sont examinées au microscope; nous y découvrons un grand nombre de filaments qui ne peuvent laisser aucun doute sur leur nature.

» Deux cobayes sont inoculés avec le liquide de ces deux cultures et meurent le lendemain, en présentant les lésions caractéristiques du charbon.

» *Expérience n° 3.* — Dans une troisième enfin, nous inoculons une grosse lapine en lactation, toujours avec le même virus qui nous servait pour les cobayes, mais qui, essayé à plusieurs reprises sur des lapins, n'avait pu les tuer.

» Nous recueillons et examinons en temps voulu à la fois du sang et du lait de cette lapine. Le lait ne montre aucune bactéridie. Il faut faire de nombreuses préparations microscopiques pour en découvrir dans le sang, où elles sont très rares. Nous pratiquons des ensemencements tant avec le lait qu'avec le sang. Aucun des ballons ensemencés avec le

lait ne reproduit de culture charbonneuse; un seu sur les deux, où nous avions déposé du sang, offre une culture de cette nature.

» La conclusion de ces expériences est évidente. Les deux premières nous montrent, à n'en pas douter, que les bactéridies se trouvent dans le lait des animaux atteints de fièvre charbonneuse et s'y trouvent du vivant de ces animaux.

» Mais, ajoutons que le nombre de ces bactéridies est infiniment moins considérable que dans le sang. Quant à la troisième, elle n'offre qu'une apparente contradiction avec les précédentes, malgré son résultat négatif. Si les bactéridies, en effet, sont en faible proportion dans le lait, alors qu'elles sont très nombreuses dans le sang, quoi d'étonnant, lorsque celui-ci en renferme très peu, que la petite quantité de lait avec laquelle nous avons opéré nos ensemencements n'en contînt pas? »

ZOOLOGIE. — *Sur l'embryogénie de la* Sacculina Carcini, *Crustacé endoparasite de l'ordre des* Kentrogonides. Troisième Note de M. **Yves Delage**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« *Développement de la Cypris.* — Après un séjour de trois semaines environ dans la cavité incubatrice de la Sacculine, la ponte a atteint sa maturité et les larves sont expulsées, par les contractions du sac, sous la forme nauplienne. Les Nauplius ont été brièvement décrits par M. Giard. J'ajouterai aux faits qu'il a reconnus que deux longs filaments olfactifs sont insérés au devant de l'œil et que, entre les pattes, se trouve une sorte de plastron derrière lequel existe un amas sphérique de petites cellules, qui joue un grand rôle dans le développement de la Sacculine. Les cellules qui occupent la région inférieure [1] du corps, après s'être multipliées, se disposent en six segments transversaux sur lesquels se délimitent, de chaque côté, six bourgeons doubles qui deviendront les pattes de la Cypris. Les antennes de celles-ci proviendront des antennes du Nauplius. Quant aux deux paires de pattes biramées, elles ne passent pas dans la Cypris et se détachent avec la dernière mue.

» Au bout de quatre jours et après cinq mues, les Cypris éclosent. Elles sont constituées essentiellement par trois parties : un appareil locomoteur, les six paires de pattes, un appareil fixateur, les antennes, et, à l'intérieur

(1) L'animal est supposé placé verticalement, la tête en haut, la face ventrale en avant.

du corps, cet amas sphérique de petites cellules qui se montrait déjà derrière le plastron du Nauplius. Leurs antennes sont terminées par un article très mobile qui porte trois appendices : deux sensitifs, l'un conique, l'autre foliacé, et un préhensile, en forme de long sabre recourbé.

» *Fixation.* — Pendant trois jours au moins, les Cypris mènent une vie libre et refusent de se fixer. A partir du quatrième jour, elles se fixent, seulement à l'obscurité, soit pendant la nuit, soit pendant le jour à l'abri de toute lumière. La fixation a lieu sur les jeunes Crabes de $0^m,002$ à $0^m,012$. La Cypris s'attache par l'une de ses antennes, toujours et uniquement à la base d'un poil d'une partie quelconque du corps du Crabe, de préférence vers la base des pattes ou le dos de l'abdomen, *jamais à la face ventrale de celui-ci*. Les Cypris peuvent vivre quinze jours et plus avant de se fixer et, dans ce cas, elles ne subissent aucune modification importante. Dès qu'elles sont fixées, au contraire, elles subissent une série de transformations très remarquables qui n'ont jamais été même entrevues et qui n'ont leur analogue nulle part.

» *Inoculation de la Sacculine.* — Partout, excepté au point d'implantation des antennes, la couche cellulaire superficielle du corps commence par se décoller et s'éloigner de la couche chitineuse comme pour une mue, puis l'ensemble des pattes abdominales se projette fortement en avant et finit par se détacher, produisant ainsi une large solution de continuité dans les téguments. Des mouvements lents et profonds s'accomplissent dans le corps de l'animal. Les gouttelettes graisseuses se réunissent en gros globules et descendent peu à peu vers l'ouverture laissée par la chute des pattes; l'œil suit le mouvement, et, en moins de trois heures, le tout est sorti hors des limites nouvelles du corps et se trouve relégué entre les valves de la carapace, dans la partie abandonnée par les pattes. Rapidement, la solution de continuité se ferme, une nouvelle couche chitineuse se forme et la dépouille de la Cypris tombe, entraînant les parties de rebut qui ont été éliminées. Il reste, accroché par une de ses antennes à un poil du Crabe, un nouvel être ayant la forme d'un sac allongé, pour paroi l'ancienne couche tégumentaire de la Cypris, et, pour contenu, presque exclusivement l'amas sphérique des cellules dont nous avons déjà parlé.

» Bientôt se forme, au pôle antennaire de la nouvelle larve, une sorte de pointe rigide qui s'agrandit rapidement par la base, et, en moins de trois jours, se montre constituée par un dard creux, dont la base, élargie en entonnoir, se continue par ses bords avec l'enveloppe chitineuse de la larve, tandis que l'ouverture est largement béante, prête à recevoir le con-

tenu cellulaire. A mesure que le dard grandit, sa pointe, taillée en biseau comme une canule de seringue de Pravaz, s'engage dans celle des antennes qui a saisi le poil et arrive bientôt au contact des téguments du Crabe. Il les perce à côté de la base du poil entourée par une membrane molle qui sert à l'articuler avec la carapace endurcie de sels calcaires. Le dard pénètre ainsi souvent de plus de la moitié de sa longueur dans les tissus du Crabe. Pour surprenants que soient ces faits, ils sont indéniables : j'en ai rendu témoins plusieurs personnes au laboratoire de Roscoff, où ce travail a été fait, et j'en ai conservé des préparations démonstratives.

» Pendant ce temps, le contenu cellulaire du sac appendu au dard se divise et l'ensemble de la masse s'engage dans la cavité du dard pour passer dans les tissus de l'hôte. Arrivée dans le corps du Crabe, la Sacculine n'a plus qu'à gagner, par un phénomène d'accroissement prédominant dans un certain sens, le point où elle devra achever de se développer, c'est-à-dire la face antérieure de l'intestin. Les jeunes Sacculines internes ont, en un point du contour de leur membrane, un prolongement assez gros qui se perd dans le corps du Crabe et qui est certainement l'indice du voyage accompli par le parasite pour arriver à sa situation définitive.

» *Conclusion.* — Nous avons vu que tout ce qui constitue la Sacculine externe provient du nucléus de la Sacculine interne et que la membrane basilaire avec ses tubes provient du sac qui le contenait. Nous pouvons ajouter maintenant que la paroi de ce sac représente les téguments du Nauplius ou de la Cypris, et que le nucléus représente l'amas cellulaire contenu dans son corps. La formule de la Sacculine est maintenant trouvée : *la portion du parasite intérieure au Crabe représente la peau de la larve; la portion externe représente un noyau génital qui s'est frayé passage au dehors, en perçant sa propre enveloppe et les téguments de l'hôte, pour les besoins de la propagation de l'espèce.* Ce phénomène est d'ailleurs secondaire dans l'existence de l'animal et la Sacculine est un *endoparasite* au même titre qu'un Ténia qui, cependant, émet au dehors ses cucurbitains.

» Le nom de *Rhizocéphales* doit évidemment être changé, car les racines partent non de la tête, mais de toute la surface cutanée, et s'il y avait une tête, elle serait à l'opposé du point d'où partent les racines. Le nom de *Dermorhizes* serait plus exact. Mais le fait d'avoir des racines n'est point capital dans l'histoire de la Sacculine comme celui de la présence d'un dard chez la larve et, puisqu'il faut changer l'ancien nom, je propose celui de *Kentrogonides* (κέντρον, dard, γόνος, progéniture). Enfin il saute aux yeux que des faits si exceptionnels dans le développement ne permettent pas de laisser

les Kentrogonides parmi les Cirrhipèdes, surtout si l'on considère que, toutes les cellules de l'animal redevenant, à un certain moment, indifférentes, les tissus de l'adulte ne proviennent point de ceux de la larve par une transformation directe. La Sacculine est certainement aussi éloignée d'une Balane que d'un Lernéen. Je propose donc de faire des Kentrogonides un ordre distinct et voisin de celui des Cirrhipèdes. »

M. DE LACAZE-DUTHIERS, en présentant à l'Académie le travail de M. le professeur *Yves Delage*, s'exprime en ces termes :

« Je ne puis me dispenser de faire remarquer, d'une part, combien les résultats de ce travail sont éloignés des faits connus ou supposés tels, et, d'autre part, combien il eût été difficile d'arriver à connaître la vraie nature et l'origine de cet être anormal qu'on a nommé *Sacculine*, ne voyant en lui qu'un seul de ses caractères, sans le soumettre à toutes les exigences de la méthode expérimentale.

» En disant cela, je sais bien que je me trouve en désaccord avec quelques personnes n'acceptant pas que les zoologistes aient le droit de faire des expériences dans le domaine de leurs études, et cependant est-il rien de plus net, comme expérience, que la série des observations préparées et destinées à venir confirmer ou infirmer en les vérifiant, *a posteriori*, les résultats successivement acquis qu'on vient de voir.

» Lorsque, il y a onze ans, je créais la station maritime de Roscoff et qu'en même temps je fondais mes *Archives*, j'indiquais, par le nom même que j'imposais à l'une et à l'autre, le but que j'allais poursuivre. Ce but, je l'indique aussi depuis seize années dans mon enseignement de la Sorbonne. Le nom seul de *Zoologie expérimentale* montre suffisamment que, pour arriver à la connaissance exacte des rapports d'un grand nombre d'êtres animés, il faut étudier leur évolution et par cela même recourir aux procédés de l'expérimentation.

» A mon point de vue donc, les découvertes que je viens d'exposer ont une grande importance, puisqu'elles démontrent que tout était erreur dans l'histoire de la Sacculine et que les vérités nouvellement acquises sont dues à l'expérience. L'exemple est trop favorable aux idées que j'enseigne et défends pour ne pas insister sur sa valeur, et, en outre, il légitime la création d'un laboratoire de Zoologie expérimentale et celle d'un recueil ayant même nom.

» Pour arriver à faire une histoire nouvelle d'un être aussi commun

qui avait lassé les plus habiles par ses bizarreries et les anomalies de son organisation, pour ne point se laisser aller à quelque défaillance et ne point abandonner les recherches, il a fallu une grande ténacité et un vrai courage.

» Si bien des naturalistes, et des plus éminents, se sont essayés sans succès à résoudre ce problème difficile, s'ils ont échoué, c'est que quelques jours, quelques semaines, ou quelques mois ne suffisaient pas pour instituer de longues et délicates expériences. Il n'a pas fallu, en effet, moins de trois années d'observations suivies, de tâtonnements, d'essais et d'expériences sans nombre pour arriver au but.

» Pourquoi ne le dirais-je pas aussi : dans des circonstances ordinaires, la réussite eût-elle été possible? Et, sans diminuer en rien le mérite de ces études curieuses, ne m'est-il pas permis de faire remarquer que l'organisation du laboratoire de Roscoff a prouvé en cette circonstance combien les travaux les plus ardus y deviennent aisément abordables?

» C'est dans le parc, dans le vivier, dans l'aquarium que les essais variés de toute façon étaient tentés avec la plus grande facilité, en un mot que les expériences zoologiques étaient rendues possibles. Le concours de tant de circonstances favorables réunies à Roscoff permettait de varier les conditions biologiques au milieu desquelles se trouvait celle qu'il fallait dégager et reconnaître pour arriver à la découverte des vérités nouvelles, c'est-à-dire à la fixation du parasite sur le Crabe.

» Le travail et tous les détails des expériences seront prochainement publiés dans mes *Archives*, mais je veux en retenir ici une particularité pour montrer combien il a fallu de ténacité pour atteindre le but; combien la méthode que je ne cesserai de préconiser a d'avantages dans la solution de quelques problèmes difficiles.

» Je suppose que l'on inocule un virus, ou un parasite, ce qui est tout un, ce qui surtout est du domaine de l'expérimentation. Ce virus, ce parasite seront-ils reçus par l'être indifféremment à toutes les époques de la vie? en un mot, n'y a-t-il pas telle ou telle condition faisant disparaître ou développer l'aptitude à recevoir ces germes, à produire le mal?

» Tout le monde admet que la contagion de la fièvre typhoïde présente des différences avec l'âge des individus.

» Chez le vieillard, la réceptivité du virus est tout autre que chez le jeune homme.

» Ne peut-il en être de même pour le Crabe que la jeune Sacculine guette et menace? en un mot, l'infection du Crabe est-elle indépendante de son âge? Toutes les suppositions avaient été faites, aucune n'avait été contrôlée.

» Aussi ont-elles toutes disparu, car elles étaient imaginaires et purement gratuites. Ainsi, on a affirmé que c'était pendant la mue, période où les téguments sont mous, que la Sacculine se fixait; il était naturel de le penser; on a dit encore que c'était pendant l'accouplement qu'avait lieu l'infection : c'était dire chez les Crabes adultes, gros, bien développés; mais lorsqu'on a voulu s'assurer si les tout jeunes n'étaient pas porteurs de Sacculines, on en a trouvé de 1^{mm} à 2^{mm} ayant le parasite.

» La fixation a donc lieu dans le jeune âge, et comme le Crabe, avant d'avoir sa forme et avant d'être marcheur, est pélagique, nageur (on le nomme alors *Zoé*), on a dû faire la pêche pélagique des Zoés, les élever pour pouvoir les mettre en rapport avec les Nauplius et Cypris de la Sacculine. Peine perdue, ou mieux expérience perdue. La Zoé n'est pas apte à recevoir le parasite.

» Ce fait seul, pour les personnes habituées à ces sortes de recherches, montre combien les conditions étaient difficiles à réunir pour découvrir les faits. Cependant la fixation devait être vue et constatée afin d'acquérir la connaissance exacte de toutes les formes de l'animal dans toutes les périodes de son évolution.

» Enfin, après bien des tâtonnements infructueux, il fut reconnu que l'obscurité, et que l'âge de la Cypris, trois à quatre jours d'existence, et la forme crabe étaient les conditions propres à cette fixation.

» Après la découverte, si inattendue, d'une vraie inoculation d'un animal par lui-même, l'évolution a pu être suivie. Alors la production des racines prétendues céphaliques s'est évanouie et avec elle le nom de *Rhizocéphale*. L'idée que la Sacculine se fixait à l'extérieur a dû disparaître aussi en face de cette émigration du parasite de l'intérieur vers l'extérieur, de telle sorte que l'animal visible n'est pas un parasite externe, comme la Tique qui s'est fixée sur le chien et a grandi peu à peu, mais est bien une véritable hernie, née au dedans et qui s'est fait jour au dehors par l'accroissement d'une partie de ses organes.

» Voilà des faits bien nouveaux caractérisant un être très commun, mais dont l'histoire était *inédite;* ils permettront désormais d'arriver à la connaissance des rapports zoologiques vrais.

» En présence de ces résultats, n'est-il pas légitime de dire que dans les cas difficiles le zoologiste doit demander à l'expérience les notions précises qui le guideront dans l'appréciation des rapports et des affinités des animaux?

» L'exemple tiré de cette histoire nouvelle de la Sacculine est certaine-

ment l'un des plus clairement démonstratifs de la nécessité absolue de l'expérience en Zoologie, lorsqu'on cherche la solution de questions difficiles et obscures. Je n'avais garde de le laisser passer sans présenter ces réflexions, sans répéter surtout que, si, aux yeux de quelques naturalistes, la Zoologie est une science purement descriptive, dans bien des cas elle doit être expérimentale, afin d'éviter les erreurs inséparables d'une étude faite à un moment limité de l'existence des êtres, nos connaissances sur l'évolution ou l'ontogénie, révélées par l'expérience, rendant seules possible l'appréciation exacte des rapports cachés et difficiles à découvrir. C'est à ce titre et pour la distinguer de la *Zoologie* purement *descriptive* qu'il est utile d'admettre une *Zoologie expérimentale*. »

ZOOLOGIE. — *Développement du* Stylorhynchus. Note de M. **A. Schneider**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Je résumerai, dans les propositions suivantes, le résultat de mes recherches, sur le point de paraître.

» 1° Le *Stylorhynchus* effectue, comme je l'ai déjà communiqué à l'Académie, la majeure partie de son développement et souvent même acquiert tous les éléments de sa structure à l'intérieur d'une cellule épithéliale de l'hôte.

» 2° La même cellule épithéliale renferme souvent plusieurs *Stylorhynchus* en évolution, soit isolés, soit réunis en nichées et, dans ce cas, déformés ordinairement par pression mutuelle.

» 3° Le jeune *Stylorhynchus* est au début identique à une coccidie.

» 4° Cette coccidie *bourgeonne* ensuite au premier segment qui répondra au deutomérite de l'adulte, puis un second qui répondra au protomérite, et enfin le col paraît. Le corps primitif de la coccidie, moins le noyau, répond donc à l'appareil de fixation de l'adulte.

» 5° Le noyau reste dans sa position première jusqu'au moment où le deutomérite et le protomérite sont apparus. C'est alors seulement qu'il effectue sa *descente graduelle* du pôle proximal au pôle distal, c'est-à-dire de l'appareil de fixation jusque dans le deutomérite.

» 6° La cavité du rostre ou appareil de fixation répond à la place devenue libre dans la coccidie primitive, par suite du déplacement du noyau. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur le genre* Ptychogaster, *Pomel, Chélonien fossile de Saint-Gérand-le-Puy.* Note de M. L. **Vaillant**, présentée par M. A. Gaudry.

« Le gisement de Saint-Gérand-le-Puy, avec les restes de Crocodiles qui ont fait le sujet d'une Note autrefois présentée à l'Académie ([1]), renferme plusieurs espèces de Chéloniens sur lesquels M. Pomel a attiré déjà l'attention des paléontologistes. La collection, rassemblée par M. Alph. Milne-Edwards et libéralement mise à ma disposition, contient un grand nombre de pièces se rapportant à des animaux de cet ordre et qui appartiennent soit à la famille des *Testudinida*, soit à celle des *Trionychida*. Parmi les premières, le genre *Ptychogaster,* Pom., y est représenté par plusieurs carapaces complètes, des os des membres, des vertèbres, particulièrement celles de la région cervicale, enfin un crâne presque intact avec sa mâchoire inférieure, débris qui proviennent d'au moins une quinzaine d'individus. Ces riches matériaux ont permis, dans le laboratoire de Paléontologie du Muséum, de reconstituer, on peut dire entièrement, le squelette de l'animal, à l'exception des mains et des pieds; aussi a-t-il été possible de l'examiner dans tous ses détails et de s'en faire une idée des plus exactes.

» Cette étude confirme la manière de voir de M. Pomel en ce qui concerne l'établissement de ce genre; la disposition du plastron, mobile dans sa partie postérieure à la jonction des pièces hyosternales et hyposternales, ne permet de le confondre avec aucun de ceux formant la tribu des *Chersemydina*. Le bord adhérent et l'apophyse montante de ce battant postérieur présentent, il est vrai, des dentelures irrégulières, qui, au premier abord, pourraient faire penser que le plastron était immobile, cette disposition rappelant celle d'une articulation en suture à engrènement réciproque; mais un examen plus approfondi montre qu'il en est autrement; il existe toujours en effet, sur les carapaces entières, un intervalle notable entre cette surface rugueuse du battant du plastron et la surface analogue correspondante des bords marginaux de la dossière, intervalle qui devait être comblé, sur le vivant, par des cartilages interarticulaires permettant un mouvement plus ou moins facile, disposition analogue à celle que nous rencontrons chez différentes Cistudes. Au reste, il est à remarquer que

([1]) *Comptes rendus,* t. LXXIV, p. 872, séance du 25 mars 1872.

cette mobilité devait être faible, analogue sans doute à celle qu'on connaît dans l'articulation entre les hyposternaux et les xiphisternaux de la Tortue mauritanique ou de la Tortue bordée; comme chez celles-ci, en effet, la jonction des écailles dermiques ne répond pas exactement à la suture des pièces osseuses; c'est au contraire ce qui a lieu pour le plastron des Cistudes, des Sternothères et autres espèces chez lesquelles le jeu de charnière est plus complet.

» Les vertèbres cervicales sont celles d'un Chélonien cryptodère dans le sens absolu du mot; l'atlas manque, il est vrai, mais, étant donnée la disposition des sept autres os de la région, cela n'a pas d'importance. On trouve dans cette série deux vertèbres amphicyrtiennes, la quatrième et la huitième, les seconde et troisième vertèbres étant opisthocœliennes, les cinquième et sixième procœliennes et la septième amphicœlienne; les cinquième, sixième et septième articulations sont en ginglymes. On trouve donc dans cette portion du rachis l'ensemble des dispositions connues chez la *Cistudo orbicularis*, Linné, et les espèces groupées autour de ce type [1].

» La tête est médiocrement élevée; très peu en arrière du milieu de sa longueur, l'arête tranchante pariéto-occipitale prend son origine, et la saillie qu'elle forme en arrière se prolonge notablement au delà du condyle occipital. Quant aux os des membres, ils sont plutôt grêles; l'omoplate et l'acromion se réunissent suivant un angle presque droit, le coracoïdien est relativement étroit, en triangle allongé.

» Sans insister sur d'autrespart icularités moins importantes du squelette, cet examen suffit pour faire voir que les *Ptychogaster* offrent surtout des analogies avec les Cistudes et les Emydes. On peut ajouter que l'écaille sus-caudale est double, disposition qui, suivant la remarque de M. Strauch, n'a jamais été rencontrée jusqu'ici chez les Tortues de terre proprement dites. L'étude de ces Chéloniens nous les montre en résumé comme devant être placés parmi les Elodites cryptodères des anciennes classifications et non avec les Chersites, ainsi que M. Pomel avait cru devoir l'admettre; elles peuvent être regardées comme une forme intermédiaire aux *Emys* et aux *Cistudo*.

» Quant aux espèces que renfermerait ce genre, en examinant ces nombreux exemplaires, les quelques différences qu'on remarque dans la forme de la première écaille vertébrale, dans la courbure et le rapport des dia-

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCI, p. 795, séance du 15 novembre 1880.

mètres de la carapace, n'excèdent pas, je crois, ce qu'on peut considérer comme dépendant de variations individuelles, et l'on ne devrait, sans doute, en admettre qu'une, le *Ptychogaster emydoïdes*, Pomel. »

M. A. Gaudry, en déposant cette Note sur le bureau de l'Académie, présente les observations suivantes, concernant les restaurations de Reptiles fossiles de Saint-Gérand-le-Puy :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des essais de restaurations de Reptiles fossiles, qui ont été faits dans le Muséum, sous la direction du savant aide-naturaliste de la chaire de Paléontologie, M. le Dr Fischer. Les Reptiles dont on voit ici les montages sont un Crocodilien appelé par M. Pomel *Diplocynodon Ratelii* et une Tortue que le même paléontologiste a nommée *Ptychogaster emydoides*. Les pièces avec lesquelles leurs squelettes ont été restitués proviennent du miocène inférieur de Saint-Gérand-le-Puy, dans l'Allier. Comme le savent tous les paléontologistes, c'est de Saint-Gérand-le-Puy que M. Alphonse Milne-Edwards a tiré la plupart des échantillons qui ont été décrits dans son grand Ouvrage sur les Oiseaux fossiles. En même temps qu'il rassemblait des os d'oiseaux, il réunissait aussi une immense quantité de débris d'autres animaux, et notamment des pièces de Reptiles dont il vient de faire don cette année au Muséum. La multitude des pièces dues à la générosité de M. Milne-Edwards nous a suggéré la pensée qu'il serait possible de remonter des squelettes entiers. Non seulement M. le Dr Fischer a réussi à mettre en connexion la tête, toutes les vertèbres, quelques côtes et la plupart des os des membres du Diplocynodon, mais encore il a assemblé une grande partie des plaques osseuses de la carapace et du plastron. L'inspection de ces plaques fait supposer à M. le professeur Vaillant que c'est avec le genre Jacare de l'Amérique tropicale que le Diplocynodon a le plus de rapports La restauration de la Tortue n'est pas moins curieuse que celle du Crocodilien ; M. Fischer a fait disposer le plastron de telle sorte qu'il puisse s'ouvrir; il laisse ainsi voir une grande partie des os du squelette, qui ont été replacés dans leur position naturelle. M. Vaillant, qui depuis longtemps a étudié les Reptiles fossiles de Saint-Gérand-le-Puy, vient d'examiner cette pièce et m'a remis à son sujet la Note que je viens de présenter.

» Assurément les restaurations des Reptiles de Saint-Gérand-le-Puy, faites avec des pièces découvertes à des époques et à des places différentes, n'ont pas l'exactitude absolue qu'auraient les restaurations d'animaux fos-

siles dont toutes les pièces auraient été trouvées ensemble en connexion; mais le talent bien connu de M. le Dr Fischer fera sans doute penser à tous les naturalistes que ces restaurations approchent aussi près que possible de la vérité. En tout cas, elles me semblent intéressantes comme exemples de difficultés vaincues. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la vaugnérite d'Irigny* (*Rhône*). Note de M. F. **Gonnard**, présentée par M. Fouqué.

« J'ai, à diverses reprises, soit dans le *Bulletin de la Société minéralogique*, soit dans les *Mémoires de l'Académie de Lyon*, signalé des exemples de la diffusion de l'apatite au sein des roches cristallines du département du Rhône, notamment des pegmatites, et rectifié l'erreur des anciens minéralogistes lyonnais, qui avaient rapporté à l'émeraude ce minéral, parfois d'un assez beau vert.

» Aujourd'hui, je viens attirer l'attention de l'Académie sur une roche phosphatifère, en filon au milieu des granites des bords du Rhône, non loin de la station d'Irigny, et à laquelle il n'est pas impossible qu'une exploitation ultérieure n'assigne un jour une certaine valeur industrielle.

» Au cours des recherches que je poursuivais sur ce sujet, j'avais été amené à visiter la grande carrière située au-dessous d'Irigny et connue sous le nom de *Carrière du diable*. J'y avais trouvé, dans les masses de pegmatite que renferme le granite qu'on y a exploité pour les endiguements du Rhône, quelques cristaux d'apatite, assez petits d'ailleurs et peu nets en général.

» Plus heureux dans des visites récentes faites à ce gisement, j'ai pu me procurer d'assez nombreux cristaux d'apatite verdâtre ou verte, quelquefois translucide et même transparente, dont les prismes atteignent jusqu'à $0^m,02$ de hauteur. Ces cristaux m'ont paru presque exclusivement cantonnés à l'intérieur ou au voisinage des faisceaux, souvent volumineux, de la tourmaline fibreuse, noire ou brune et très friable de cette pegmatite.

» Mais je ne veux en faire ici qu'une simple mention, et à cause de la roche dont il est question ci-après.

» Au fond de la carrière et vers le milieu à peu près, apparaît un filon presque vertical, d'environ 10^m de puissance et dont la partie inférieure est masquée par des éboulements de terre végétale, sable, cailloux roulés, empâtant des blocs de la roche qui le constitue. Cette roche, éminemment

micacée, présente les signes manifestes d'une désagrégation profonde, et ses blocs détachés se résolvent, avec la plus grande facilité, en une sorte d'arène kaolinique. Elle n'est autre que celle que Fournet a, en 1836, découverte aux environs de Vaugneray (Rhône), pour laquelle il a créé le nom de *vaugnérite*, et que Delesse a considérée comme une diorite micacée (*Annales des Mines*, 1851, p. 163).

» Bien qu'altérée ou plutôt à cause de son altération même, la roche d'Irigny me paraît présenter le type de Fournet d'une manière plus visible que celle de Vaugneray ou des bords de l'Izeron. C'est qu'en effet, le plus souvent, comme le fait remarquer Delesse, dans la vaugnérite saine, les lamelles de mica brun noirâtre, qui ont jusqu'à $0^m,02$ de long sur $0^m,004$ à $0^m,005$ de large, et abondamment distribuées dans la masse, dissimulent presque complètement la hornblende, moins fréquente d'ailleurs à beaucoup près que celles-ci; et ce n'est que lorsqu'on fait bouillir des fragments de la roche dans l'acide chlorhydrique que, les lamelles de mica perdant leur fer et restant alors sous forme de paillettes blanches nacrées, on reconnaît l'amphibole inattaquée, et que l'on peut se rendre compte de la proportion de ce minéral que contient la vaugnérite. Dans la roche altérée d'Irigny, au contraire, on distingue immédiatement trois éléments principaux, savoir : le mica en lames noirâtres allongées, un feldspath plus ou moins kaolinisé et qui forme de petites masses blanches enveloppant un noyau inaltéré, de couleur rose-chair; enfin de nombreux prismes hexagonaux aplatis, d'un jaune citrin, à cassure terreuse, résultant d'une altération parallèle à celle de l'élément feldspathique et, sans doute, simultanément subie par un minéral préexistant. On est conduit à les rapporter à la hornblende, à la forme extérieure de laquelle leur peu de netteté ne permettrait pas de les assimiler de prime abord, quand on a suivi, sur des échantillons moins altérés, les progrès de cette kaolinisation particulière, signalée déjà par Delesse dans le prophyre de Traits-de-Roche (Vosges), par Wiehage dans le trachyte de Margarethenkreuz (Sept-Montagnes), etc., et dont j'ai moi-même indiqué des exemples intéressants, dans les trachytes du Riveau-Grand, au mont Dore (*Comptes rendus*, 1879).

» Dans les parties les moins décomposées de cette vaugnérite, j'ai observé de petits cristaux d'un sphène brun, du type de ceux d'Arendal ($h'pd^{\frac{1}{2}}$), minéral qui, pour le noter en passant, n'a guère été cité dans les roches du Lyonnais, sinon dans l'oligoclasite de Francheville, où, d'après Drian (*Minéralogie et Pétralogie des environs de Lyon*, p. 412), Fournet en a trouvé quelques cristaux.

» M. Damour, auquel j'avais communiqué ces premiers échantillons, pris au mur du filon, avait reconnu au sein même des agrégats jaune verdâtre, plus ou moins fibreux, de cette hornblende partiellement décomposée, quelques aiguilles prismatiques d'apatite limpide, et m'avait engagé à rechercher si cette matière ne se rencontrerait pas avec plus d'abondance dans la roche en question. Qu'il me soit permis de le remercier ici de ses bienveillants conseils et de ses constants et précieux encouragements.

» Le phosphate de chaux existe, en effet, dans la vaugnérite altérée, et semble particulièrement disséminé dans les prismes jaunes de hornblende kaolinisée. Il est facile d'en constater la présence : en traitant ces derniers par de l'acide nitrique étendu, et à chaud, la liqueur donne, avec l'acide sulfurique et le molybdate d'ammoniaque, les réactions bien nettes indiquant l'existence de la chaux et de l'acide phosphorique. Mais, si l'apatite existe dans la vaugnérite, elle ne paraît pas, quant à présent du moins, s'y trouver, comme je l'ai espéré un instant, en assez grande quantité pour qu'il y ait avantage à traiter la matière jaune par l'acide sulfurique et à fabriquer des superphosphates. Il m'a semblé néanmoins que l'existence de ce minéral dans la vaugnérite d'Irigny, en même temps que dans les granites qu'elle traverse, était un fait lithologique digne d'être signalé.»

INDUSTRIE PRÉHISTORIQUE. — *Une mine de silex exploitée à l'âge de la pierre au Mur-de-Barrez (Aveyron).* Note de M. E. CARTAILHAC, présentée par M. de Quatrefages.

« Il y a, dans le voisinage du Mur-de-Barrez, au lieu dit *Bellevue*, un four à chaux exploité par le propriétaire, M. Henri Griffoul (1). La pierre est prise à l'endroit même dans le miocène inférieur qui, avec l'éocène, constitue en partie la colline, une des dernières digitations d'un contrefort du Cantal. De nombreux bancs de silex en rognons et en plaquettes, de volumes divers et de plusieurs variétés, se trouvent intercalés dans ces couches, qui sont de l'étage tongrien. Au-dessus, le calcaire devient plus pur et les silex bien plus rares : c'est le niveau de l'aquitanien.

---

(1) M. Boule et moi avions appris, par M. Rames, le géologue bien connu du Cantal, que l'on avait découvert à plusieurs reprises des silex et ossements travaillés, au Mur-de-Barrez (Aveyron). Le juge de paix de ce canton, M. Jordan, botaniste distingué, nous donna de plus amples renseignements. Cette Note est le résultat de notre étude des localités.

» La formation volcanique, brèche andésitique du pliocène inférieur, couronne le plateau ; d'énormes blocs de basalte, probablement erratiques, sont dispersés sur le flanc de la montagne; en bas, dans les micaschistes, coule le Goul, affluent de la Truyère et par suite celui du Lot.

» L'exploitation de la pierre à chaux a lieu par abatage régulier des couches, sur un front de 50^m environ; cette coupe verticale augmente de hauteur à mesure que l'entaille devient profonde. Elle montre qu'à la limite du tongrien et de l'aquitanien et au-dessous, dans la première de ces assises, s'étendent des cavités très surbaissées où l'on peut à peine introduire le bras. On a rencontré dans ces vides des ossements, et j'y ai vu un léger lit de charbons, comme si l'eau avait disséminé sur leur sol les cendres d'un foyer. En outre, leurs parois offrent çà et là des marques de pic. Le propriétaire, surpris de ces traces humaines perdues dans la profondeur du terrain, supposait l'existence d'une longue caverne disparue à la suite d'un effondrement.

Géologue bien au courant des moindres détails de cette région et de ses couches tertiaires, M. Boule refusa cette explication, contredite d'ailleurs par la parfaite horizontalité et le parallélisme des assises supérieures. En même temps, je reconnaissais l'analogie de ces faits avec ceux que j'avais observés à Spiennes (Belgique), et que l'on a signalés aussi à Cissbury (Angleterre).

» La couche de calcaire aquitanien a été criblée de puits verticaux. Cinq étaient nettement visibles sur le front d'exploitation au moment de notre visite. Ils étaient comblés soit par leurs déblais eux-mêmes, soit par l'humus à la surface du sol; leurs parois irrégulières offrent des marques nombreuses de coups de pic. Ils descendent à 2^m, 3^m et 4^m de profondeur, justement au niveau des silex et des cavités signalées.

» Les antiques habitants du pays avaient donc découvert, sous l'humus, les affleurements des lits de silex et compris leur prolongation en dedans de la montagne. L'épaisseur des terrains qui les surmontaient étant trop considérables pour permettre le déblayement, on avait atteint par des puits la roche précieuse et rare, indispensable à l'industrie.

» Accroupi au fond de ces puits, dont la section ne dépasse pas 1^m, le mineur a dû fouiller autour de lui et enlever la mince couche aux bons silex aussi loin que possible. Il est difficile à qui n'a pas vu les lieux de soupçonner combien ce labeur devait être long et pénible.

» On a supposé que le feu, dont nous avons vu les traces, était, pour le mineur, un auxiliaire utile. Je suis loin de dire que toutes les cavités

horizontales soient artificielles, mais mon explication est vraie au moins pour l'une d'elles, située entre deux puits et dont le plafond est resté sillonné par l'outil.

» Cet outil, nous l'avons. Les ouvriers ont quelquefois trouvé la pointe cassée encore incrustée dans le petit trou que, manié par une main vigoureuse, il avait fait dans une roche assez tendre. C'est le pic en bois de cerf. De nombreux exemplaires se sont rencontrés, surtout au fond des puits. L'un d'eux, appartenant à M. Jordan, est percé d'un trou destiné peut-être à l'emmanchure; mais, d'après tous les morceaux que j'ai vus, les ouvriers de l'âge de la pierre se servaient le plus souvent d'un bois de forte taille auquel ils laissaient un seul andouiller pour piquer. L'outil et le manche étaient ainsi d'une seule pièce très résistante, mais qui se cassait quand même et dont les fragments étaient abandonnés.

» En fait de silex, je n'ai trouvé, dans les déblais des puits, que des éclats, déchets de fabrication. J'ai cherché d'ailleurs très peu de temps; mais un prêtre du voisinage y a recueilli quelques belles pièces, trouvées ensemble, paraît-il; sans doute une cachette oubliée. M. H. Griffoul m'a promis de surveiller à l'avenir avec soin toutes les trouvailles et de me tenir au courant; il se dispose à détacher pour nos musées des morceaux de parois avec traces du pic.

» Mais il me semble que l'intérêt de cette carrière préhistorique demanderait davantage. La conservation d'un ou deux puits est sans doute difficile à concilier avec les exigences de l'exploitation actuelle. Pourtant il s'agit d'un monument, si je puis employer ce mot, très rare en Europe et unique en France; et s'il s'agissait d'un spécimen d'industrie analogue, laissé par les Grecs ou les Romains, on trouverait à coup sûr le moyen de ne pas le laisser disparaître. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les trombes observées à Villefranche-sur-Mer (Alpes-Maritimes), en octobre* 1883. Note de M. **J. Jeannel**, présentée par M. Faye. (Extrait.)

« *Conclusions.* — Les trombes que je viens d'observer prenaient naissance dans un nuage orageux; un tourbillon descendait vers la Terre par une pointe aigüe.

» Il se formait alors une colonne cylindrique tubulaire d'un diamètre égal dans toute sa hauteur, qui suivait le mouvement de translation du nuage,

s'infléchissait en différents sens et disparaissait après être devenue filiforme.

» Il est à présumer que le vent d'est, entraînant des nuages orageux, vient heurter la chaîne de montagnes abruptes qui borde la côte onduleuse depuis Menton jusqu'à Beaulieu, et que, rencontrant de nouveaux obstacles opposés par le cap Ferrat et le cap Mont-Baron, il reflue vers le sud en tourbillonnant comme ferait un vaste courant d'eau dans des conditions analogues. Ce qui me paraît appuyer cette explication, c'est que les trombes, au dire des gens du pays, sont assez fréquentes dans la mer d'Èze et se produisent toujours par le vent du sud-est.

» J'en ai moi-même observé deux, le 3 octobre 1883 (¹) ».

MÉTÉOROLOGIE. — *Effets produits par un coup de foudre à Rambouillet.* Note de M. A. LAUGIER, présentée par M. Faye. (Extrait.)

« Hier samedi 10 novembre, à $11^h 30^m$ du matin, deux personnes ont été tuées par la foudre sur le territoire de Rambouillet.

» .... L'orage a commencé subitement par une violente grêle, suivie presque immédiatement d'un éclair et d'un coup de tonnerre simultanés, puis d'un second coup plus lointain, cinq minutes après.

» C'est le premier coup de foudre qui a tué raides deux cultivateurs de cinquante à soixante ans, le mari et la femme, qui, surpris par la grêle, avaient été chercher un refuge sous un peuplier, au milieu d'un champ, à 500^m environ des maisons du hameau de Grenonvilliers, dépendant de Rambouillet. L'arbre a été coupé en deux : les deux victimes, dont les vêtements ont été déchirés et roussis, ont été frappées principalement à la tête ; le crâne de chacune d'elles était fracturé et percé à sa partie supérieure d'un large trou, profond, circulaire comme celui qu'aurait pu produire un projectile d'un très gros calibre.

» Une troisième personne, une femme âgée de soixante ans environ, qui se trouvait sous le même arbre, a eu seulement ses vêtements réduits en lambeaux et une légère brûlure à la tête et à l'un des coudes. Elle a déclaré n'avoir entendu aucun bruit, et, à la vue de ses deux compagnons foudroyés, s'est sauvée tout affolée jusqu'au hameau de Grenonvilliers, où elle a reçu les soins nécessaires.

» La bourrasque avait duré au plus une demi-heure, de $11^h 30^m$ à midi.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

(¹) Qu'on accepte ou non la théorie des tourbillons descendants, je crois intéressant de signaler un point de la côte méditerranéenne où le phénomène des trombes offre une fréquence exceptionnelle.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 novembre 1883.

Statistique de la France. Nouvelle série, t. X : *Statistique annuelle*, année 1880. Paris, Imp. nationale, 1883; gr. in-4°. (Deux exemplaires.)

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. le contre-amiral Mouchez. *Observations*, 1879 et 1880; *Mémoires*, t. XVII. Paris, Gauthier-Villars, 1882-1883; 3 vol. in-4°.

Contributions à la flore du Paraguay. Légumineuses; par Marc Micheli. Genève, H. Georg, 1883; in-4°. (Présenté par M. Duchartre.)

Département du Morbihan. Exercice de la profession médicale, 1805-1882. *Inoculation de la petite vérole. Episode de la fin du* XVIII[e] *siècle; par le* D[r] Alph. Mauricet. Vannes, imp. Galles, 1883; 2 br. in-4°. (Présenté par M. le baron Larrey, pour le concours Montyon, Statistique.)

Du charbon bactérien. Charbon symptomatique et charbon essentiel de Chabert. Pathogénie et inoculotians préventives; par MM. Arloing, Cornevin *et* Thomas. Paris, Asselin, 1883; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Traité de Zoologie; par C. Claus; 2[e] édition française, traduite de l'allemand sur la 4[e] édition par G. Moquin-Tandon; fasc. VIII et IX (fin). Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Le château d'Angers; par L.-A. Levat. Angers, Imp. Lachèse et Dolbeau, 1879; br. in-8°.

Météorologie du Soudan. Un hivernage au fort de Kita en 1882; *par le* D[r] E. Dupouy. Paris, Berger-Levrault, 1883; br. in-8°.

Bulletin de la Commission polaire internationale; liv. 1 à 4. Saint-Pétersbourg, 1882-1883; 4 liv. in-8°.

Atti della Academia fisico-medico-statistica in Milano; anno accademico 1883, serie quarta, vol. I. Milano, 1883; in-8°.

Phul e Tuklatpalasar II. Salmanasar V e Sargon. Questioni biblico-assire del sacerdote G. Massaroli. Roma, tipog. poliglotta, 1882; in-8°. (Deux exemplaires.)

Ricerche di un nuovo metodo per risolvere le equazioni numeriche di grado qualunque del C. prof. Fr. Coco Licciardello. Catania, tipogr. E. Coco, 1883; br. in-8°.

ERRATA.

Séance du 20 novembre 1883.)

Page 1059, ligne 10, *il faut lire :* d'après les considérations exposées plus haut, il me semble que la force électromotrice *minima* d'un couple à un seul électrolyte doit être considérée comme la force électromotrice *vraie* du système;....

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 NOVEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La vaccination du rouget des porcs à l'aide du virus mortel atténué de cette maladie;* par MM. **Pasteur** et **Thuillier**.

« Au moment où je prononce ici pour la première fois le nom de Thuillier, depuis la fatale journée du 19 septembre, je tiens à saluer devant cette illustre Compagnie la mémoire de ce vaillant jeune homme, dont la mort est une vraie perte pour la Science.

» Louis Thuillier était entré dans mon laboratoire après avoir obtenu le premier rang au concours d'agrégation des Sciences physiques à sa sortie de l'École Normale.

» C'était une nature profondément méditative et silencieuse. Une mâle énergie se dégageait de sa personne; elle a frappé tous ceux qui l'ont connu. D'un labeur infatigable, il était prêt pour tous les dévouements. A la fin de l'année 1881, il accepta d'aller passer six semaines en Hongrie pour y répéter, à la demande du Gouvernement de ce pays, l'expérience de Pouilly-le-Fort sur la vaccination charbonneuse. En 1882, il dirigea, en

Allemagne, sous les auspices du Ministère de l'Agriculture de Prusse, une expérience semblable. Ses qualités furent appréciées de telle sorte que le Ministre demanda et obtint pour lui la croix de chevalier de la Couronne de Prusse.

» Lorsque l'occasion se présenta d'aller étudier le choléra en Égypte, il était à la veille de partir pour le Gouvernement de Toula, situé au centre de la Russie. Le prince Ouroussoff, sous-gouverneur de la province, m'avait demandé un de mes collaborateurs pour faire des études sur la peste bovine, fléau si désastreux dans le vaste empire russe.

» Au mois de mars 1882, je lui avais proposé d'aller étudier le rouget du porc dans une localité du département de la Vienne, où cette maladie faisait alors de grands ravages. Il s'y rendit aussitôt.

» Dès les premières lettres que je reçus de lui, de la commune du Peux, dans le département de la Vienne, il était certain qu'il avait aperçu, dans le sang et les humeurs des porcs morts, un microbe nouveau qui semblait devoir être l'auteur de la maladie. Ce microbe avait échappé à l'observation du Dr Klein, de Londres, au cours d'un long et remarquable travail d'autopsies et d'expériences publié, trois ans auparavant, dans le Recueil de l'office sanitaire anglais. Le Dr Klein avait signalé qu'un microbe était l'auteur du mal, mais en commettant une erreur; car le microbe qu'il a décrit n'est pour rien dans la cause du *rouget*. Thuillier, par son observation, avait levé la difficulté principale de la connaissance de la maladie du porc. La vérité historique toutefois m'oblige à déclarer qu'en 1882, et également au mois de mars, le microbe du rouget avait été signalé à Chicago, en Amérique, par le professeur Detmers, dans un travail qui fait grand honneur à son auteur. Thuillier n'avait pu avoir connaissance de ce travail et moi-même je n'ai appris son existence que dans ces derniers temps. L'observation du microbe du rouget du porc par Thuillier date du 15 mars 1882.

» Une fois acquise la notion de l'existence d'un microbe dans les porcs atteints de cette maladie, nous avons institué les expériences nécessaires pour reconnaître que ce microbe était bien la véritable cause du mal. L'Académie connaît la méthode qui est souveraine dans ces sortes de constatations. En premier lieu, il faut rechercher un milieu de culture propre à l'organisme microscopique. Le bouillon de veau stérilisé permit de cultiver le microbe. On multiplia ensuite les cultures dans ce milieu en prenant toujours pour semence d'une culture une gouttelette d'une culture précédente. Les dernières cultures inoculées aux porcs ayant produit sou-

vent le mal rouge le plus caractérisé, sur certaines races de porcs, il fut démontré, sans réplique, que le microbe dont il s'agit est bien le microbe du rouget.

» Notre premier soin fut de rechercher ensuite à atténuer la virulence du microbe, et, au mois de novembre 1882, nous partîmes, Thuillier et moi, accompagnés d'un jeune préparateur, M. Loir, afin de tenter la vaccination des porcs dans un des cantons du département de Vaucluse, le canton de Bollène, chaque année ravagé par le rouget, et où, depuis l'année 1877, M. Maucuer, vétérinaire distingué, me sollicitait de me rendre, afin d'étudier sur place le fléau.

» Bientôt nous eûmes reconnu que le rouget dans le Vaucluse était identique à celui de la Vienne : mêmes symptômes et même microbe. Depuis lors et dans le courant de cette année, l'étude du rouget dans les Côtes-du-Nord, dans la Charente, dans la Dordogne, dans la Gironde, nous a prouvé que le mal est partout le même et provoqué par un microbe de même nature.

» La vaccination par le microbe du rouget présente des difficultés qui tiennent principalement à l'existence en France de nombreuses races de porcs, dont les réceptivités pour le rouget sont très variables. Des études sur l'appropriation des vaccins à ces diverses races sont en voie d'exécution dans plusieurs départements. Propriétaires, Sociétés agricoles et vétérinaires des pays d'élevage ont apporté un grand zèle à nous seconder. Outre M. Maucuer, du Vaucluse, je me plais à citer MM. Banvillet et Picheney dans la Charente, M. Le Berre dans les Côtes-du-Nord, et M. Roquebert, grand éleveur de la Vienne, qui a mis tous les sujets de ses porcheries, au nombre de plus de quatre cents, à notre disposition.

» Ce qui est dès aujourd'hui rigoureusement démontré, c'est la possibilité de la vaccination par l'inoculation du virus virulent atténué, et la culture possible de ce dernier en quantité quelconque.

» L'an dernier, nous avions laissé dans le Vaucluse, à Bollène et dans les villages environnants, des porcs vaccinés sous la surveillance de M. Maucuer, avec obligation pour les propriétaires de les conserver pendant une année au moins, c'est-à-dire au delà de l'époque du renouvellement annuel de la maladie dite spontanée qui s'arrête pendant la saison froide pour reprendre aux mois d'été. Jusqu'au mois d'août dernier, quoique le mal rouge déjà déclaré eût fait beaucoup de victimes, les correspondances de M. Maucuer ne nous donnèrent aucune nouvelle bien significative. Mais, à la date du 4 septembre, M. Maucuer m'écrivait en ces termes :

« Les heureux effets de la vaccination deviennent tous les jours de plus en plus évidents. La mortalité existe en ce moment à Bollène, à Saint-Restitut, à Mondragon et dans tout l'arrondissement d'Orange, et pas un vacciné ne succombe. A Saint-Blaise, vos vaccinés sont restés les seuls porcs vivants. Chez M. de la Gardette, rien de nouveau encore, mais grande mortalité chez tous ses voisins...; la mortalité est si grande qu'elle n'a jamais eu sa pareille. Il n'y aura bientôt plus à Bollène, à Saint-Restitut et à Mondragon que les porcs vaccinés vivants. C'est une réussite complète ».

» Quelques jours après, le 9 septembre, M. Maucuer m'écrivait de nouveau :

« Chez M. de la Gardette, les non-vaccinés sans exception, au nombre de sept, ont été atteints. Quatre sont déjà morts, les trois autres sont mourants. Les vaccinés sont tous florissants. »

» Les circonstances qui précèdent permettent de ne conserver aucun doute sur les conclusions suivantes :

» 1° Le rouget épizootique, même le plus violent, peut être prévenu par des inoculations du virus virulent atténué; 2° il est établi, en outre, que la durée de l'immunité dépasse une année; qu'en conséquence cette durée suffit amplement aux exigences des pratiques de l'élevage du porc, puisque l'engraissement des sujets ne se prolonge guère au delà d'une année. Toutefois, malgré ces heureux résultats, je répète que la question de l'appropriation des vaccins aux diverses races exige encore de nouveaux contrôles, pour que la vaccination des porcs puisse être généralisée. En attendant les résultats définitifs, je tiens à faire connaître, dès à présent, la méthode qui nous a servi pour l'atténuation du virus du rouget, et tel est le principal objet de cette Communication.

» Les travaux de mon laboratoire ont établi que les virus ne sont pas des entités morbides, qu'ils peuvent affecter des formes et surtout des propriétés physiologiques multiples, dépendant des milieux où ces virus vivent et se multiplient. En conséquence, et quoique la virulence appartienne à des espèces vivantes microscopiques, elle est essentiellement modifiable. On peut l'affaiblir, on peut l'exalter et chacun de ces états est susceptible d'être fixé par la culture. Un microbe est virulent pour un animal quand il a la faculté de pulluler dans son corps à la manière d'un parasite et d'y provoquer, en se régénérant lui-même, des désordres pouvant amener la maladie et la mort. Si ce microbe a vécu dans une espèce animale, c'est-à-dire qu'à diverses reprises il soit sorti d'un individu de cette espèce pour pénétrer dans un autre individu de cette même espèce,

sans avoir subi une influence extérieure sensible pendant l'intervalle des deux passages, on peut considérer la virulence de ce parasite comme arrivée, en quelque sorte, à un état fixe et maximum pour les individus de la race. Le parasite charbonneux, par exemple, propre aux moutons, varie peu d'un sujet à un autre, d'une année à une autre, pour un même pays; il faut l'attribuer sans doute à ce que, de passage en passage, à travers les moutons, l'accoutumance du parasite à vivre dans le mouton a atteint un état, pour ainsi dire, définitif. Il en est ainsi du virus vaccin jennérien. Mais la virulence d'un virus qui n'est pas à son maximum d'action peut être essentiellement modifiée par son passage dans une suite d'individus d'une même race. Je rappellerai que, quand nous avons voulu rendre au virus-vaccin du choléra des poules et du charbon et d'autres maladies encore des virulences progressivement croissantes, pour les amener finalement à des virulences maxima, nous les avons inoculées à de jeunes sujets et successivement à des sujets plus âgés.

» Je ferai observer incidemment que ces résultats font rentrer les virus-microbes dans les lois générales de la vie et de ses manifestations chez les espèces supérieures végétales ou animales. Celles-ci manifestent leur plasticité, si l'on peut ainsi parler, sous l'influence des conditions des milieux où s'effectuent leurs générations successives. La seule différence entre les microbes et les espèces supérieures consisterait dans la rapidité des variations chez les virus, opposées à leur lenteur chez les grands êtres. Chaque culture d'un virus, n'eût-elle qu'une durée de vingt-quatre heures, représente des nombres immenses de générations successives, tandis que chez les êtres plus élevés il faut, à l'accomplissement de tels nombres de générations, des milliers et des millions d'années.

» Quoi qu'il en soit, si des changements dans les virulences de nos virus atténués, ou virus-vaccins, peuvent résulter des passages de ces virus atténués dans des sujets d'une même race, ne se pourrait-il pas que des virus arrivés à un état achevé pour une race fussent modifiés dans leur virulence par leur passage d'une race à une autre race? L'expérience s'est montrée favorable à cette manière de voir.

» L'Académie se souviendra sans doute de ce virus-microbe que nous avons découvert autrefois dans la salive des hydrophobes. Très virulent pour les lapins, ce microbe s'est montré, au contraire, inoffensif pour les cobayes adultes, ainsi que cela résulte de la lecture que j'ai faite à l'Académie dans sa séance du 24 janvier 1881; mais il tue rapidement les cobayes âgés de quelques heures ou de quelques jours seulement. En

poursuivant les inoculations de cobayes à cobayes jeunes, nous avons vu la virulence s'exalter et arriver facilement à tuer des cobayes d'un âge plus avancé. Les lésions mêmes avaient fini par différer notablement. Nous retombons ici dans les faits que je signalais tout à l'heure, d'un accroissement dans la virulence par les passages successifs dans les individus d'une race.

» Mais le résultat nouveau et inattendu que je tiens à signaler à l'Académie consiste en ce que le microbe, après avoir accru sa virulence par passages successifs à travers le corps des cobayes, se montre ensuite moins virulent qu'auparavant vis-à-vis des lapins.

» Dans ces nouvelles conditions, il donne aux lapins une maladie guérissable spontanément et, en outre, cette maladie une fois éprouvée, l'animal devient réfractaire au microbe mortel du lapin. De là cette conséquence capitale que l'accoutumance à vivre chez une espèce (le cobaye), et correspondant à une virulence déterminée, peut changer cette virulence dans ce qu'elle a de propre à une autre espèce (le lapin), la diminuer et faire qu'elle devienne un vaccin pour cette dernière espèce.

» Ce résultat est d'une importance qui ne saurait échapper à personne, car il renferme le secret d'une méthode nouvelle d'atténuation pouvant être appliquée à certains virus les plus virulents. Nous allons en avoir un exemple et une application.

» Peu de temps après notre arrivée dans le Vaucluse, au mois de novembre 1882, nous fûmes frappés de cette circonstance que l'élevage des lapins et des pigeons était fort dédaigné dans ce département, parce que ces deux espèces étaient sujettes, fréquemment, à des épizooties meurtrières. Quoique personne dans le pays n'eût rapproché le fait de ces épizooties de celles du rouget, l'idée nous vint de rechercher si elles n'auraient pas entre elles une relation de cause à effet. Des expériences instituées dans le but de résoudre cette question ne tardèrent pas à nous démontrer que les lapins et les pigeons mouraient du rouget. L'idée nous vint également de rechercher si l'on ne pourrait profiter de ces espèces pour modifier la virulence du rouget, dans les conditions où nous l'avions fait pour le microbe de la salive et que j'ai rappelées tout à l'heure.

» Or voici le résultat très curieux des inoculations du rouget pratiquées sur les pigeons, d'une part, sur les lapins, d'autre part.

» Si l'on inocule dans le muscle pectoral d'un pigeon le microbe du rouget du porc, le pigeon meurt dans un intervalle de six à huit jours, après avoir présenté les symptômes extérieurs apparents du choléra des poules.

» Lorsque le sang de ce premier pigeon est inoculé à un second pigeon, le sang de celui-ci à un troisième et ainsi de suite, le microbe s'acclimate sur le pigeon.

» Le caractère en boule du sujet et sa somnolence, effets habituels de la maladie, apparaissent en beaucoup moins de temps que pour les premiers pigeons de la série. La mort également survient plus rapidement; enfin le sang des derniers pigeons se montre beaucoup plus virulent pour le porc que les produits même les plus infectieux d'un porc mort du rouget, dit spontané.

» Le passage du microbe du rouget du porc par les lapins conduit à un tout autre résultat. Les produits infectieux d'un porc mort du rouget ou leurs cultures inoculées au lapin les rendent toujours malades et les font périr le plus souvent.

» Si l'on inocule le rouget de lapin à lapin, le microbe s'acclimate sur le lapin. Tous les animaux meurent, et la mort arrive en un petit nombre de jours. Les cultures du sang de ces lapins dans les milieux stérilisés deviennent progressivement plus faciles et plus abondantes. Le microbe lui-même change un peu d'aspect, devient un peu plus gros que dans le porc et se présente sous la forme d'un 8 de chiffre, sans l'allongement filiforme de certaines de ses cultures.

» Vient-on à inoculer aux porcs le sang des derniers lapins, par comparaison avec celui des premiers de la série, on constate que la virulence a été progressivement en diminuant du premier lapin aux lapins suivants. Bientôt le sang des lapins inoculé aux porcs n'amène plus la mort, quoiqu'il les rende malades. Après leur guérison, ils sont vaccinés contre le rouget mortel.

» Telle est la méthode d'atténuation de certains virus, même très virulents, qui me paraît digne d'attirer l'attention de l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydratation de l'aldéhyde crotonique.* Note de M. **Ad. Wurtz.**

« On sait que, par l'action de la chaleur, l'aldol se dédouble en aldéhyde crotonique et en eau, indépendamment de produits accessoires dont j'ai fait connaître quelques-uns. La réaction principale est exprimée par l'équation

$$\underset{\text{Aldol.}}{CH^3\text{-}CH.OH\text{-}CH^2\text{-}CHO} = \underset{\text{Aldéhyde crotonique.}}{CH^3\text{-}CH{=}CH\text{-}CHO} + H^2O.$$

» La réaction inverse, c'est-à-dire l'hydratation de l'aldéhyde crotonique, peut s'accomplir dans les circonstances suivantes :

» De l'aldéhyde crotonique est mélangée à 0° avec deux fois son poids d'eau et deux fois son poids d'acide chlorhydrique, et le mélange est abandonné à lui-même, dans un endroit éclairé, pendant trois heures, à la température de 25°, ou du jour au lendemain, à la température de 10°. Au bout de ce temps, il a bruni, et l'odeur de l'aldéhyde crotonique a disparu en grande partie. Lorsqu'on neutralise la liqueur par le carbonate de soude, on en précipite des résines. L'eau elle-même retient en dissolution un corps qu'elle cède à l'éther, lorsqu'on agite la solution aqueuse avec ce liquide.

» L'éther ayant été chassé, on peut retirer du résidu, par distillation dans le vide, de l'aldol et des produits de condensation de ce corps.

» Le rendement étant faible, il importait d'opérer sur de l'aldéhyde crotonique parfaitement pure, de façon à exclure absolument la paraldéhyde qui eût troublé les résultats. Pour cela, on a purifié avec le plus grand soin l'aldéhyde crotonique qui a servi à ces expériences, et l'on n'a employé qu'un produit qui a passé tout entier, deux fois de suite, de 101° à 103°. Il renfermait :

	I.	II.	C^4H^6O.
Carbone	68,57	68,30	68,57
Hydrogène..........	9,11	8,75	8,57

» Voici les rendements :

» **1.** Dans une première opération, 65^{gr} d'aldéhyde crotonique (I) ont fourni 4^{gr} d'un liquide (*a*) passant de 110° à 130° à $0^m,010$ de pression, et 5^{gr} d'un liquide (A) passant de 155° à 170° à $0^m,010$ de pression, l'un et l'autre solubles dans l'eau et réduisant fortement les sels d'argent. D'autre part, on a obtenu 35^{gr} de résine d'où l'on a séparé par distillation fractionnée dans le vide, d'abord de l'eau et de l'aldéhyde crotonique, puis 8^{gr} d'un produit passant de 100° à 150° à $0^m,015$, et 9^{gr} d'un produit B partiellement soluble dans l'eau et passant de 150° à 170° à $0^m,015$. La solution aqueuse de ces produits ayant été desséchée dans le vide, puis distillée à $0^m,015$ de pression, il a passé d'abord quelques gouttes d'un liquide insoluble, puis, de 140° à 170°, un corps visqueux B' qui a été analysé (*voir* plus loin).

» Dans une seconde opération, 45^{gr} d'aldéhyde crotonique (II) ont fourni, par un traitement semblable à celui qui a été décrit, 9^{gr} d'un produit soluble dans l'eau et qui a été extrait par l'éther; en le distillant dans le vide, on a recueilli $4^{gr},5$ d'un produit (*b*) passant de 100-115° et $4^{gr},5$

d'un produit passant de 115° à 140° à $0^m,010$ de pression. D'autre part, il s'est séparé 35^{gr} de résine, qui ont fourni par distillation fractionnée dans le vide quelques grammes d'un produit presque entièrement soluble dans l'eau et passant de 100° à 150° dans le vide; 10^{gr} d'un produit épais partiellement soluble dans l'eau et passant de 150° à 170° dans le vide; enfin, une petite quantité d'un produit épais passant de 170° à 210° dans le vide.

» Les produits les plus volatils provenant de l'épuisement de la solution aqueuse par l'éther, dans les deux opérations, renfermaient :

	I (*a*).	II (*b*).	$C^4H^8O^2$.	C^4H^6O.
Carbone	57,76	58,17	54,54	68,57
Hydrogène	8,80	9,03	9,09	8,87

» Leur composition se rapprochait, par conséquent, de celle de l'aldol : ils renfermaient une quantité notable de ce corps. Aussi ont-ils laissé déposer, dans l'espace de quelques mois, d'abondants cristaux de paradol, qui ont été lavés à l'éther et analysés. Ils renfermaient :

	Expérience.	$C^8H^8O^2$.
Carbone	54,43	54,54
Hydrogène	9,08	9,09

» Voici maintenant les analyses des produits A, B, B', dont la provenance est indiquée plus haut et qui provenaient soit de la distillation du liquide extrait par l'éther, soit du traitement des résines :

	Expériences.			
	I (A). 155° à 170° à $0^m,010$.	II (B). 150° à 170°.	III (B'). 140° à 170°.	$C^8H^{14}O^3$.
Carbone	60,08	61,35	60,75	60,76
Hydrogène	8,58	8,69	8,98	8,86

» Ces produits présentaient, par conséquent, une composition voisine de celle du dialdane, produit de déshydratation de l'aldol. Comme on l'a indiqué, ils étaient solubles dans l'eau en grande partie, et la solution réduisait énergiquement le nitrate d'argent. Abandonnée à elle-même pendant plusieurs mois, elle a laissé déposer des cristaux qui ont été purifiés par deux cristallisations dans l'alcool et qui présentaient le point de fusion (141°) et la composition du dialdane.

		$C^8H^{14}O^3$.
Carbone	60,29	60,76
Hydrogène	8,97	8,86

» Il me semble que ces expériences ne laissent aucun doute sur la formation de l'aldol et de produits de condensation de l'aldol par hydratation de l'aldéhyde crotonique, sous l'influence de l'eau et de l'acide chlorhydrique. C'est un nouvel exemple de ces réactions directe et inverse qui se produisent sous l'empire de conditions différentes. Quant au mécanisme de la réaction, si l'on peut s'exprimer ainsi, on pourrait le concevoir de la façon suivante : l'aldéhyde crotonique, combinaison non saturée, fixe d'abord de l'acide chlorhydrique, et, le chlorure ainsi formé réagissant sur l'eau, l'acide chlorhydrique est régénéré et il se forme de l'aldol.

$$CH^3\text{-}CH = CH\text{-}CHO + HCl = CH^3\text{-}CHCl\text{-}CH^2\text{-}CHO,$$

$$CH^3\text{-}CHCl\text{-}CH^2\text{-}CHO + H^2O = CH^3\text{-}CH.OH\text{-}CH^2\text{-}CHO + HCl.$$

» Ajoutons que les produits de condensation de l'aldol se forment par l'action ultérieure de l'acide chlorhydrique, comme dans la préparation de l'aldol. Ce qui est caractéristique, c'est la solubilité, au moins partielle, dans l'eau de ces produits. On n'a pas réussi à en isoler l'aldol crotonique, en vue duquel on avait entrepris ces expériences. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Propagation marine de la commotion du tremblement de terre de Java.* Note de M. DE LESSEPS.

« Dans la journée du 27 août dernier, à partir de 4^h du soir environ, le niveau de la mer, à Colon, éprouva une série d'oscillations que le marégraphe, établi par la Compagnie du canal interocéanique, accusa d'une façon très nette. Ces oscillations étaient, quant à l'amplitude, tout à fait comparables aux mouvements actuels de la marée en ce point; seulement, la durée en était bien moindre, de 1^h à $1^h 30^m$, au lieu du chiffre à peu près normal de douze heures.

» La grande courbe du marégraphe montre que, entre $3^h 30^m$ du soir et $1^h 30^m$ du matin, la mer effectua huit oscillations dont l'amplitude varia à peu près de $0^m,30$ à $0^m,40$; que le mouvement commença, avec toute son intensité, par une dépression dans le niveau de la mer, comme s'il y avait eu au large une commotion violente dans un sens opposé à la direction de Colon, ou une disparition subite d'île dans les profondeurs de la mer; mais que, à partir de $1^h 30^m$ du matin, le 28 août, il alla en s'affaiblissant graduellement jusqu'à 11^h ou midi.

» Ces oscillations n'avaient évidemment pas pour cause l'attraction

luni-solaire, puisque le mouvement de la marée, qui est occasionné par cette attraction, s'est, pendant ce temps-là, produit indépendamment de ces oscillations, qui se sont effectuées autour de la courbe habituelle de la marée.

» D'un autre côté, rien, en fait de phénomènes météorologiques, ne pouvait justifier de pareils mouvements : la température, la pression étaient absolument normales, le vent était faible, comme pendant tout le mois d'août, et la surface de la mer ne présentait que la petite agitation des jours précédents et suivants.

» Ces oscillations ne pouvaient donc être occasionnées que par un phénomène tout à fait extraordinaire. On ne tarda pas, dans l'isthme, à en avoir l'explication, au moins l'explication la plus plausible, quand on apprit la catastrophe qui avait eu son origine dans le détroit de la Sonde.

» D'après les récits qu'on a aujourd'hui de cette catastrophe, elle s'est annoncée, dans la journée du samedi 25 août, par des grondements souterrains partant de l'île de Krakatoa, située en avant de l'entrée ouest du détroit. Pendant la nuit suivante, les eaux du détroit sifflaient et bouillonnaient avec violence, tandis que des vagues énormes venaient se briser contre les rives de Java ; la température de la mer haussait de près de 20°.

» Dans la journée du dimanche 26 août, les éruptions volcaniques se développèrent avec une très grande rapidité, et en même temps les secousses du sol et l'agitation de la mer allèrent en croissant d'une façon terrible. C'est pendant cette journée et celle du lendemain, et plus particulièrement à partir du 26 au soir, que le déchaînement des éléments fut à son paroxysme et que la plus grande partie de la catastrophe se produisit.

» D'autre part, le maximum d'ébranlement de la mer à Colon a eu lieu, d'après ce qui vient d'être dit, dans un intervalle d'environ dix heures, commençant le 27 à 2^h30^m du soir, ce qui, d'après la différence de longitude entre l'isthme de Panama et le détroit de la Sonde, correspond, en ce dernier point, à peu près au 28, à 4^h du matin.

» Si donc on admet que le grand ébranlement marin qui s'est propagé jusqu'à Colon a commencé dans le détroit le 26 au soir, on voit que la durée de la propagation entre ces deux régions a été d'une trentaine d'heures. Il est possible d'ailleurs qu'on arrive prochainement à un résultat un peu moins incertain que celui-ci, lorsqu'on connaîtra plus en détail toutes les phases de la catastrophe.

» A première vue, on est tenté de s'étonner que cet ébranlement se soit

fait sentir à Colon et non à Panama, où rien de semblable, d'après les indications du marégraphe de l'île Naos, ne s'est manifesté. Le trajet paraît en effet direct entre le détroit de la Sonde et la baie de Panama, à travers le Grand Océan, tandis que, pour se propager jusqu'à Colon, l'onde a dû contourner le continent africain, pénétrer dans l'océan Atlantique entre l'Afrique et l'Amérique du Sud et aller jusqu'au fond de la mer des Antilles, sans compter que ce dernier trajet est un peu plus grand en longitude que l'autre.

» Mais le fait s'explique naturellement par cette double circonstance, que le trajet direct vers l'est se trouve barré par les innombrables îles et récifs du large archipel situé au nord de l'Australie, et qu'en outre il y a dans tout cet archipel, en général, une très faible profondeur d'eau. Dans ces conditions, l'ébranlement, en supposant qu'il pût arriver jusque dans les masses d'eau profondes du Grand Océan, devait nécessairement s'y éteindre, et il n'est pas étonnant qu'on n'ait rien ressenti dans la baie de Panama.

» Au contraire, du côté de l'ouest, le détroit de la Sonde s'ouvre directement dans l'océan Indien, et l'ébranlement, dont le centre était probablement l'île de Krakatoa, s'est produit immédiatement sur des masses d'eau profondes, non coupées par des îles ou des récifs; de plus, dans le sens de propagation de cet ébranlement, se trouvent le courant équatorial de l'océan Indien, qui s'infléchit vers le sud, le long du continent africain, puis le courant traversier de l'océan Atlantique, qui, à partir de la pointe sud de ce continent, tourne au nord et se dirige graduellement vers l'ouest, et devient le courant équatorial qui pénètre à peu près jusqu'au fond de la mer des Antilles. Il y a évidemment dans cette marche des courants, toute lente qu'elle soit, une circonstance favorable pour la transmission de l'ébranlement jusqu'à Colon.

» Telles sont les raisons par lesquelles on peut expliquer très naturellement cette transmission. Le fait en lui-même n'a rien d'étonnant, en dehors de son étendue; mais, de même que la catastrophe qui vient de ravager Java et les îles avoisinantes est probablement la plus épouvantable que l'histoire ait jamais enregistrée, de même cette propagation de la commotion par l'eau des mers est probablement la plus lointaine que la Science ait notée.

» C'est pourquoi il m'a paru que l'Académie accueillerait avec intérêt la Communication que j'ai l'honneur de lui faire. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Considérations théoriques sur les flotteurs remorqués en divergence;* par M. E. DE JONQUIÈRES.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme, Mouchez.)

« Le flotteur dont il s'agit est supposé symétrique par rapport à son plan vertical longitudinal. La remorque qui l'entraîne est fixée, par un anneau articulé, au sommet o d'une *patte d'oie* dont les branches, inégales en longueur, sont attachées sur l'un des flancs du flotteur.

» Un appareil disposé de la sorte s'écarte du remorqueur dès que celui-ci marche en avant (ou en arrière), et ne tarde pas, tel qu'une sentinelle vigilante, à prendre dans sa hanche (ou par son bossoir) une position relative invariable. Le système est alors dans un état d'équilibre stable, dont les conditions sont particulièrement intéressantes dans le plan horizontal. Je vais les examiner brièvement.

» Supposons d'abord, pour plus de simplicité, que le flotteur soit réduit à son axe AB ([1]) et que les branches de la patte d'oie ne soient qu'au nombre de deux, Ao et Bo. Lorsque l'équilibre s'est établi, après la période variable initiale, la direction Ro de la projection de la remorque sur le plan horizontal passe nécessairement par le centre C des résistances (ou de *dérive*) qu'éprouve le flotteur dans le milieu où il est entraîné. La partie antérieure CA fait, avec une parallèle CM à la route du remorqueur, du côté opposé à celui-ci, un angle d'*abattée* α, tandis que Ro fait avec le prolongement RS de la route vers l'arrière l'angle de *divergence* α'. Si l'on désigne par φ et φ' les composantes de la résistance de l'eau sur le flotteur, l'une dans le sens perpendiculaire, l'autre dans le sens opposé à la route, la condition de l'équilibre est simplement

$$\frac{\varphi}{\varphi'} = \tang\alpha'.$$

Il s'agit de remplacer, dans cette relation, φ et φ' par leurs valeurs en fonction des données immédiates de la question, qui sont : α l'angle

---

([1]) Le lecteur est prié de faire la figure, d'après les indications du texte.

d'abattée, B^2 la surface transversale immergée du flotteur, B'^2 sa surface longitudinale, n un coefficient numérique tel qu'on ait

$$B'^2 = nB^2,$$

V la vitesse d'entraînement du système, x l'exposant de la puissance de V qui entre dans l'expression de la résistance de l'eau, K et K' les coefficients de cette résistance en avant et en travers, m un coefficient tel qu'on ait

$$K' = mK.$$

Cela posé, on trouve aisément, par la décomposition de la force résistante,

$$\operatorname{tang}\alpha' = \frac{\varphi}{\varphi'} = \frac{mn \sin^x \alpha - \cos^x \alpha \operatorname{tang}\alpha}{\cos^x \alpha + mn \sin^x \alpha \operatorname{tang}\alpha'}.$$

» Faisant $mn = \lambda$ (λ étant un coefficient qui dépend des formes du flotteur et qui peut être appelé sa *caractéristique*), il vient enfin

$$\operatorname{tang}\alpha' = \frac{\lambda.\operatorname{tang}^x \alpha - \operatorname{tang}\alpha}{1 + \lambda.\operatorname{tang}^{x+1}\alpha}.$$

» Telle est la relation qui lie entre eux les angles d'abattée et de divergence pour un flotteur de caractéristique λ. Elle est, comme on voit, indépendante de la vitesse, quelle que soit la loi admise pour la résistance de l'eau.

» Elle montre aussi qu'il n'y a pas divergence si $\alpha = 0$, c'est-à-dire si la remorque est attachée sans patte d'oie à l'extrémité antérieure du flotteur, ni si $\alpha = 90°$, ce qui est le cas d'une patte d'oie à branches égales. Elle donne pareillement

$$\operatorname{tang}\alpha' = 0 \quad \text{et} \quad \alpha' = 0,$$

si l'on a

$$\lambda.\operatorname{tang}^{x-1}\alpha = 1.$$

Donc, pour qu'à l'origine du mouvement la divergence se produise, il faut que les longueurs respectives des branches de la patte d'oie permettent et que le flotteur reçoive (par une impulsion étrangère) un angle d'abattée α plus grand que celui résultant de cette équation, sans quoi il demeurerait collé contre le flanc du remorqueur, ou, si la remorque était plus longue que celui-ci, il divergerait *négativement*, c'est-à-dire du bord opposé à celui pour lequel on l'avait disposé.

» En général, et particulièrement pour les vitesses modérées qu'on rencontre dans la pratique, $x = 2$; l'équation (1) devient alors

$$\tang^3\alpha - \frac{1}{\tang\alpha'}\tang^2\alpha + \frac{1}{\lambda.\tang\alpha'}\tang\alpha + \frac{1}{\lambda} = 0.$$

» Elle montre qu'on peut obtenir une même divergence donnée α' (et d'ailleurs inférieure au maximum) avec trois angles α différents. L'un d'eux, correspondant à la racine négative de l'équation du troisième degré, répond au cas d'une remorque *rigide*, qui résisterait à une *poussée* du flotteur sous l'angle $180^\circ + \alpha'$, et non plus à une *traction* sous l'angle de divergence α'; cas d'équilibre instable étranger à la pratique. Des deux autres angles, inférieurs l'un à l'autre à 90°, le plus petit seul doit être utilisé, par une disposition convenable des branches de la patte d'oie, le but étant d'obtenir la divergence du flotteur avec le moindre effort possible de traction sur la remorque.

» Quant à l'angle maximum de divergence du flotteur de caractéristique λ, il est donné par l'équation

$$\tang^4\alpha - \frac{2\tang\alpha}{\lambda}(\tang^2\alpha + 1) + \frac{1}{\lambda^2} = 0,$$

qui montre que, pour accroître l'angle de divergence et en même temps diminuer l'angle d'abattée et, par suite, la traction de la remorque, il faut donner au flotteur la plus grande valeur possible de λ, c'est-à-dire accroître la résistance latitudinale relativement à la résistance dans le sens de l'axe. Pour une valeur de λ égale à 20, par exemple, l'angle d'abattée α est de $25^\circ 50'$ et la divergence maxima α' est de $52^\circ 30'$: l'expérience confirme ces divers résultats, les longueurs des branches de la patte d'oie étant réglées en conséquence.

» Dans la pratique, la remorque ne reste pas rectiligne, comme on l'a supposé dans ce qui précède; elle prend la figure d'une *chaînette*, dont la courbure est d'autant plus prononcée, que le bout de la remorque trempe davantage dans l'eau à cause de son poids et que les vagues sont plus accentuées. Comme l'angle α' est déterminé par la tangente à cette courbe en son point d'aboutissement o, il s'ensuit que la divergence *effective* α'' diminue, toutes choses égales d'ailleurs, au fur et à mesure que la vitesse de translation s'accroît, ou que la mer grossit; $\alpha'' < \alpha'$.

» Les limites de cette *Note* ne permettent pas d'examiner ici ce qui se passe, soit au début du mouvement, soit lors des gyrations du remorqueur. Mais il

convient de signaler un effet qui tend à se produire dans le plan vertical, lorsque la vitesse s'accroît. Alors le flotteur ne se meut plus dans une eau calme et de niveau : il s'entoure d'un remous de plus en plus prononcé, qui tend à déprimer son avant et à soulever son arrière, et qui se creuse sous sa partie médiane. Par ces causes réunies, l'équilibre vertical tend à être troublé; il serait même compromis si la vitesse dépassait certaine limite. Le flotteur, malgré son excès de flottabilité, serait alors exposé à des mouvements brusques de plongée. Le même accident se produit parfois dans le *cerf-volant*, machine dont la théorie est presque identique à celle du flotteur, avec cette aggravation pour ce dernier que sa destination, généralement militaire ([1]), ne permet pas d'y adapter, comme on le fait pour le cerf-volant, une *queue* flexible et indépendante (sauf par son point d'attache), qui augmente autant que possible la stabilité du système et remédie en partie au défaut indiqué. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation séculaire de la direction de la force magnétique terrestre à Paris.* Note de M. L. DESCROIX.

(Commissaires : MM. Jamin, Desains, Cornu.)

« Les formules d'interpolation que divers physiciens ont antérieurement proposées conduisent à des valeurs qui s'écartent notablement des faits au moment actuel. Je crois que l'erreur dans laquelle on est tombé vient à la fois du petit nombre de déterminations isolées qui fussent réellement acceptables et de l'impossibilité d'affecter à ces nombres des corrections d'emplacement qui les eussent rendus comparables. Nous avons actuellement (et cela depuis la publication de ces discussions) de bien meilleures données; puisque, à l'exception de quelques lacunes de peu d'importance, nous sommes en mesure d'assigner aux influences locales leurs vraies grandeurs et de dresser le tableau des inclinaisons moyennes annuelles, ou déclinaisons mensuelles, défalcation faite des variations à courtes périodes. Je dois à cette circonstance, que depuis vingt-cinq ans j'ai pris part aux expériences successivement entreprises par MM. Liais, P. Desains et Charault, Marié-Davy, etc., soit en ville, soit à la campagne, de pouvoir mettre au point en

([1]) Grâce à l'adjonction d'une torpille logée dans la tête de l'engin, et qui est destinée à être mise en feu électriquement lors de la rencontre d'un navire ennemi, ainsi qu'on le pratique dans la marine.

quelque sorte tous ces chiffres et me rendre compte de toutes les divergences embarrassantes pour qui n'a pas suivi ces opérations faites en des lieux différents. J'arrive à cette conclusion que, pour un intervalle de cent cinquante ans que partage l'époque 1814, on représente avec une assez grande exactitude la marche du phénomène en appliquant les formules empiriques suivantes, où je prends N pour le nombre d'années écoulées à compter de 1814 et Δ pour la différence angulaire que j'exprime en minutes entre $d = 22^\circ 30',0$ et $i = 68^\circ 50'$ et le nombre demandé, ces écarts étant ceux qu'il faut décidément admettre pour ce point de départ, en observant que l'inclinaison a toujours diminué, tandis que l'aiguille de déclinaison revient vers l'est depuis lors :

$$\log \Delta_d = \log \cos 90^\circ \frac{N}{120 + N\left(0,40 - \frac{N^2}{100000}\right)},$$

$$\log \Delta_i = \log \sin 90^\circ \frac{N}{155} + \log[400 - N(1,60 - 0,07N)].$$

» Je ne simplifie pas à dessein le terme correctif pour faire voir comment j'ai procédé pour modifier la formule de développement d'un sinusoïde sans faire d'hypothèse sur le poids des anciennes déterminations. Je dois dire que j'ai préféré n'envisager que la déclinaison maximum, afin de rendre plus saillants les effets de la période undécennale et de n'être pas conduit à des rectifications abusives pour les nombres connus jusqu'ici dans la Science. J'applique seulement pour l'inclinaison la correction de plus 8' que je trouve entre le quartier de l'Observatoire et la rase campagne.

» La conséquence à laquelle on parviendrait si l'on voulait extrapoler, c'est qu'il n'est pas tout à fait exact de dire que les valeurs fournies par nos boussoles peuvent être prises comme les coordonnées angulaires des génératrices du cône de révolution de l'axe magnétique autour de l'axe terrestre. Quelque autre influence nullement négligeable fait que l'inclinaison moyenne ne correspond pas tout à fait à l'écart maximum en déclinaison. De plus, il paraît certain que l'inclinaison, vers le milieu du siècle prochain, grandira de nouveau sans avoir dépassé 64°, non pas 63°, comme on l'a dit quelquefois. La véritable moyenne serait 69°11', chiffre atteint en 1808, et le maximum 74°25'. »

VITICULTURE. — *Sur les générations parthénogénésiques du Phylloxera, et sur les résultats obtenus par divers modes de traitement des vignes phylloxérées.* Extrait d'une Lettre adressée à M. Dumas par M. **P. Boiteau**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Villegouge, le 22 novembre 1883.

» Arrivé à la fin de ma troisième année d'observation du Phylloxera parthénogénésique, je viens vous rendre compte des constatations que j'ai faites et des résultats que nous avons obtenus.

» A la même époque, l'année dernière, j'avais laissé la reproduction parthénogénésique à la neuvième génération. Le commencement de la ponte s'est effectué le 22 mai; les éclosions ont commencé le 4 juin, pour la première génération de la troisième année. Cette génération était la dixième à partir de l'œuf fécondé.

Cette première génération de la troisième année a pondu le 3 juillet; les éclosions ont commencé le 14. Les insectes de la deuxième génération de la troisième année ont commencé à pondre le 4 septembre; les éclosions ont commencé le 15. Cette troisième génération s'est fixée sur les racines, sans opérer de mue; elle est destinée à hiverner.

» Le nombre d'œufs pondus par ces différentes générations n'a pas été bien considérable : il a pu varier, en moyenne, de vingt à trente. Cela tient surtout à la nourriture peu abondante et surtout peu substantielle que rencontrent ces individus sur des racines en tubes. La chose est si vraie, que les mêmes insectes, mis sur des racines de vignes cultivées en pots, ont donné un nombre bien plus considérable d'œufs; que leur vigueur a augmenté en raison de la nourriture abondante qu'ils rencontraient. Je vais continuer à élever parallèlement ces deux séries d'individus; je verrai, l'année prochaine, ce qu'ils deviendront.

» Dans le courant de cette troisième année, je n'ai pas observé de transformation en nymphe. L'année dernière, j'avais obtenu, sur les insectes de la deuxième année, des générations agames, des nymphes, des ailés et des sexués qui avaient pondu des œufs fécondés. Il semblerait, d'après cela, que cette transformation s'effectuerait pendant la deuxième année des générations agames.

» J'ai essayé, comme les années précédentes, de faire fixer, soit sur des

racines en tubes, soit sur des racines de pieds en pots, des insectes issus de l'œuf d'hiver ou de la première génération. Comme par le passé, il m'a été impossible d'obtenir le greffage de ces individus, qui se sont laissés mourir sans essayer de piquer les racines mises à leur portée.

» Voici une autre observation, que je fais depuis trois ou quatre ans. Plus nous nous éloignons du moment de l'invasion, moins on rencontre d'insectes ailés et par suite de sexués. De 1875 à 1878, il n'était pas difficile de constater, au départ de la végétation, une grande quantité de jeunes Phylloxeras issus de l'œuf d'hiver, fixés sur les feuilles développées depuis cinq ou six jours. Les galles aussi étaient très nombreuses, sur presque tous nos cépages, et principalement sur quelques cépages américains récemment introduits. Aujourd'hui, il n'en est plus de même. Les insectes ailés sont beaucoup plus rares; il est très difficile d'observer des sexués, et surtout de rencontrer des œufs d'hiver. Cette année et l'année dernière, les galles ont été très rares sur les cépages américains, et il ne m'a pas été possible d'en trouver sur les cépages français. Ces faits peuvent être dus à deux causes qui nous paraissent être les principaux facteurs de la production des nymphes : la diminution du nombre des vignes et la petite quantité de chevelu que possèdent celles qui restent.

» Il est à remarquer que les nymphes se développent surtout, et en très grande abondance, sur les jeunes radicelles bien tendres et d'une exubérante vitalité. En y ajoutant la dégénérescence inévitable des individus qui ne possèdent pas un nombre suffisant d'insectes fécondés, on doit avoir les causes principales de cet appauvrissement.

» Par suite de ces faits, il m'a été très difficile de poursuivre l'étude des lieux d'élection de l'œuf d'hiver : nous en sommes toujours au même point, dans les observations qui s'y rattachent.

» Par suite de cela aussi, il ne m'a pas été possible de comparer l'effet des badigeonnages employés pour la destruction des œufs d'hiver, du moment où, nulle part, dans mes vignes et dans celles de mes voisins, il ne m'a été possible d'observer une galle phylloxérique. Si ce fait n'a pu être constaté, il n'en est pas de même des effets produits sur les ceps par les différentes substances employées. Les mélanges préconisés par M. Balbiani (9 parties de coaltar et 1 partie d'huile lourde) ont amené des désordres assez graves dans le début de la végétation, mais la plante n'a guère paru en souffrir plus tard.

» Par suite de ces badigeonnages, la végétation a été retardée de quelques jours; les pampres ont poussé moins vigoureusement au début et ont

surtout présenté un aspect chlorotique des plus prononcés. Plus tard, la végétation et la coloration ont repris le dessus; aux mois de juillet et août, il n'y paraissait plus. Les couches corticales, bien que pénétrées par le liquide sur plusieurs points dénudés, n'ont pas été trop avariées; mais les particularités présentées par la végétation indiquent qu'il ne serait probablement pas prudent de continuer, plusieurs années de suite, ces applications. Les préparations que j'ai indiquées (huile lourde mélangée à la chaux et à l'eau) n'ont pas produit les mêmes effets que celles qui ont été préconisées par M. Balbiani : leur application passe complètement inaperçue.

» *Sulfure de carbone.* — Les traitements par le sulfure de carbone ont été continués sur une plus grande échelle que les années précédentes, et la campagne qui s'ouvre paraît devoir mettre à sec toutes les usines fabriquant ce produit. Cela provient des excellents résultats qui ont été obtenus par ceux qui ont persévéré dans son emploi, et du désir qu'ont ceux qui n'ont pas encore commencé, de tenter de sauver les vignobles qu'ils possèdent encore en assez bon état.

» Les accidents ont été peu fréquents l'année dernière, excepté chez ceux qui, malgré les indications données, ont persisté à opérer pendant la période très mouillée de l'hiver dernier. Ceux qui avaient pratiqué les opérations de bonne heure, et ceux qui ne les ont faites qu'à partir du mois de juin, s'en sont bien trouvés : les résultats ont été excellents.

» Il est aujourd'hui parfaitement démontré que les traitements d'hiver doivent se faire par un temps relativement sec et dans des terrains qui ne retiennent pas l'eau. Pendant l'été, les dangers sont toujours nuls, si on ne pratique pas les opérations sur la floraison et la véraison. Le départ de la végétation demande aussi à être ménagé, et il n'est pas toujours indifférent de mettre du sulfure dans le sol à ce moment. Quant aux doses, elles doivent varier entre 150^{kg} et 200^{kg} à l'hectare, suivant que les sols sont humides ou secs.

» Les bons effets obtenus ont encouragé les viticulteurs dans la lutte, et les replantations, en vignes françaises, se font sur une assez grande échelle.

» Le sulfocarbonate de potassium produit d'aussi bons effets que le sulfure de carbone et est moins dangereux; mais ce qui empêche sa vulgarisation, c'est la dépense occasionnée par la quantité d'eau et la main-d'œuvre qu'il nécessite.

» *Vignes américaines.* — L'engouement pour les vignes américaines commence à disparaître : beaucoup des propriétaires qui en avaient planté

les arrachent, pour les remplacer par des vignes françaises franches de pied. Ce retour aux vignes indigènes provient de la difficulté d'adaptation des vignes américaines et des déboires occasionnés par le greffage.

» Cette opération, qui avait paru devoir être facilement effectuée au début, présente des difficultés sérieuses; elle donne si souvent des mécomptes, que les plus téméraires reculent après quelques années d'essais. Cette question semble donc entrer dans une phase de recul, qui est surtout amenée par les bons résultats obtenus par les insecticides, combinés avec les engrais et les bonnes façons culturales.

» Ce qui encourage encore les viticulteurs à replanter des vignes indigènes, c'est le nouveau mode d'emploi des insecticides. Depuis un an, un grand nombre de sulfureuses à traction ont fait leur apparition dans les vignobles et favorisent singulièrement les opérations.

» Ce qui faisait reculer dans les traitements, ce n'était pas précisément l'achat du sulfure de carbone, mais bien le personnel que l'on ne rencontrait pas toujours disposé, et en assez grande quantité, au moment où l'on en avait besoin. Pendant l'été, le travail était aussi très difficile et souvent impossible. Avec les sulfureuses, il n'en sera pas ainsi, du moment où il suffira au propriétaire de mettre en mouvement un seul animal de trait et un seul homme, pour traiter, en tout temps, un demi-hectare de vigne par jour. Avec les appareils à traction, le travail est aussi beaucoup plus régulier, comme distribution et comme dosage.

» Je suis heureux de pouvoir annoncer à l'Académie que j'ai inventé, avec un jeune mécanicien de ma localité, une sulfureuse à traction et à perforations verticales (pal mécanique), qui peut se transformer, sans addition de pièces, en draineuse à jet intermittent ou continu. Cet appareil, le plus complet de ceux qui existent, peut faire trois séries d'opérations, et sa transformation ne demande que quelques minutes. Les résultats que nous avons obtenus sont des plus remarquables, aussi bien pendant l'été que pendant l'hiver. »

M. A. Boillot adresse une nouvelle Note intitulée : « Chaleur relative aux combinaisons de l'hydrogène avec l'oxygène. »

(Commissaires : MM. Berthelot, Debray, Cornu.)

M. L.-F. Darreau adresse une Note relative à un mode de traitement de la bourbe d'eaux ménagères et d'égout par l'acide sulfurique.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale diverses erreurs qui ont été commises à l'impression, sur les noms propres cités par M. Martial, dans son Rapport sur l'expédition française du cap Horn.

Aux pages 1119 et 1120 du *Compte rendu* de la séance du 19 novembre, *au lieu de* MM. Labiens et Sauvinot, *il faut lire* MM. Lebrun et Sauvinet; *au lieu de* M. Dore, *il faut lire* Doze; *au lieu de* le Dr Halm, *il faut lire* le Dr Hahn.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un « Recueil des procès-verbaux, Rapports et conclusions de la Commission technique instituée en 1882 à la Préfecture de la Seine, pour l'étude des questions relatives à l'assainissement de Paris et de la Seine ».

2° Le numéro de janvier 1883 du *Bullettino* publié par le prince Boncompagni. Ce numéro est consacré à un article portant pour titre : « Alcuni scritti inediti di Galileo Galilei, tratti dai manoscritti della Biblioteca nazionale di Firenze, pubblicati ed illustrati da *Antonio Favaro*. »

3° Une brochure de M. le prince *Boncompagni*, intitulée : « Intorno alla vita ed ai lavori di Antonio Carlo Marcellino Poullet-Delisle ».

4° L'« Histoire de l'Académie impériale et royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles »; par M. *É. Mailly*, Tomes I et II.

5° Le premier volume du « Cours d'exploitation des Mines », de M. *Haton de la Goupillière*. (Présenté par M. Daubrée.)

M. **Haton de la Goupillière** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. de la Gournerie.

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes* (233) *et* (234), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. BIGOURDAN. Communiquées par M. Mouchez.

	Dates 1883.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite Planète — ★.	Déclinaison Planète — ★.
(233)	Mai 16. . .	*a* 293 Weisse$_1$ 14^h	8	$-$ 2^m.39^s,75	+ 6′.29″,6
	27. . . .	*b* Anonyme	8	+ 0.10,25	— 2. 0,5
	28. . . .	*b* »	8	+ 0.21,01	+ 3.15,4
	31. . . .	*c* 49 Weisse$_1$ 14^h	8	+ 1.13,78	+ 1.14,3
(234)	Oct. 8. . . .	*d* 21462 Arg. OE$_1$	8,5	— 1.32,47	+ 0.12,3
	18. . . .	*e* 9465 Yarnall	8	+ 1. 4,60	+ 5.21,8
	21. . . .	*f* 8898 Lacaille	7	+ 2.42,09	— 9.33,9
	22. . . .	*g* Anonyme	9,5	— 1.15,75	+ 3.48,8
	26. . . .	*h* 21713 Arg. OE$_1$	9	— 0.34,66	— 4.23,8
	Nov. 18. . . .	*i* 22168 »	8	+ 0.40,19	— 0.33,6
	18. . . .	*j* 22183 »	9	— 0.13,20	+ 5.17,0
	19. . . .	*k* Anonyme	9,5	+ 0.19,20	— 2.57,6
	20. . . .	*l* »	10,5	+ 0.18,71	— 3.27,5

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1883.	Étoiles de comp.	Ascens. droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
Mai 16. . . .	*a*	14^h.18^m.14^s,82	+3^s,23	—13°.32′.58″,8	—11″,8	Weisse$_1$.
27. . . .	*b*	14. 8.31,0	+3,18	—12.18.50	—12,1	Position approxim.
28. . . .	*b*	»	+3,17	»	—12,1	Id.
31. . . .	*c*	14. 5.31,80	+3,15	—12. 2. 7,5	—12,2	Weisse$_1$.
Oct. 8. . . .	*d*	21.25.54,05	+3,89	—24.39.52,3	+20,1	Arg. OE$_2$.
18. . . .	*e*	21.34.28,32	+3,81	—24.57.32,3	+19,7	Yarnall.
21. . . .	*f*	21.36.40,21	+3,72	—24.40.29,3	+19,4	Id.
22. . . .	*g*	21.41.54,2	+3,72	—24.52.36	+19,5	Position approxim.
26. . . .	*h*	21.46.43,29	+3,67	—24.36.29,3	+19,3	Arg. OE$_2$.
Nov. 18. . . .	*i*	22.22.22,65	+3,40	—22.40. 5,1	+18,9	Id.
18. . . .	*j*	22.23.20,40	+3,41	—22.45.27,3	+18,9	Id.
19. . . .	*k*	22.24.30,40	+3,40	—22.29.54,8	+18,9	Rapportée à *i*.
20. . . .	*l*	22.26.23,2	+3,39	—22.21. 3	+18,9	Position approxim.

Positions apparentes des planètes.

Planète	Dates 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison. apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
		h m s	h m s		° ′ ″		
(233)	Mai 16...	11. 3.39	14.15.38,30	$\bar{2}$,643	−13.26.41,0	0,892	24:16
	27...	10.18.30	14. 8.44,4	$\bar{2}$,719	−12.21. 3	0,887	16:18
	28...	10.39.12	14. 8.13,2	$\bar{2}$,980	−12.15.47	0,886	24:18
	31...	11.41.23	14. 6.48,73	$\bar{1}$,333	−12. 1. 5,4	0,876	18:12
(234)	Oct. 8...	8.34.19	21.24.25,47	$\bar{2}$,537	−24.39.19,9	0,927	21:14
	18...	9.17. 7	21.35.36,73	$\bar{1}$,213	−24.51.50,8	0,918	24:24
	21...	8.56.38	21.39.26,02	$\bar{1}$,145	−24.49.43,8	0,921	18:24
	22...	7.58.37	21.40.42,2	$\bar{2}$,604	−24.48.28	0,927	24:16
	26...	7.34.15	21.46.12,30	$\bar{2}$,140	−24.40.33,8	0,928	24:18
	Nov. 18...	6.41.7	22.23. 6,24	$\bar{2}$,158	−22.40.19,8	0,923	18:20
	18...	7.47.37	22.23.10,61	$\bar{1}$,129	−22.39.51,4	0,917	8:6
	19...	6.59.39	22.24.53,00	$\bar{2}$,720	−22.32.33,5	0,921	20:20
	20...	8.26.58	22.26.45,30	$\bar{1}$,317	−22.24.11,6	0,907	20:20

» *Remarque.* — Le 20 novembre, la planète (234) était de 13[e] grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Pons-Brooks, faites à l'Observatoire de Paris, aux équatoriaux du Jardin;* par MM. HENRY, communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1883.	Heure.	Ascension droite.	Distance polaire.	Étoiles de comp.	Nombre de comp.
	h m s	h m s	° ′ ″		
Nov. 10........	8.25.57	17.24.46,23	39. 1.50,4	*a*	4
15........	9.41.44	17.38.20,21	39.58. 0,4	*b*	3
20.	8.59.57	17.53.35,75	40.55.44,2	*c*	4
23........	8.37.35	18. 3.45,37	41 33. 5,8	*d*	4

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1883,0.

Etoiles de comparaison.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	s	
a 31850 Lalande ...	17.21.47,70	−0,43	39.12. 9,2	−15,5	Cat. Lalande.
b 32391 Id.	17.36.52,16	−0,33	40. 9.34,6	−16,4	Id.
c 33119 Id.	17.56. 1,54	−0,22	40.43.53,7	−17,9	Id.
d 33273 Id.	18. 0. 4,75	−0,16	41.32.28,2	−17,6	Id.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur une formule de M.* Tisserand [1].
Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Tisserand.

« Dans le polynôme $P^n(p, z)$ défini par l'équation

$$\frac{1}{(1-2\theta z+\theta^2)^{\frac{p-1}{2}}} = \sum_0^\infty \theta^n P^{(n)}(p, z),$$

on fait

$$z = \mu\cos x + \nu\cos y,$$

avec la condition

$$\mu + \nu = 1,$$

soit alors

$$P^{(n)}(p, z) = 4\Sigma\mu^i\nu^j A_{i,j}\cos ix\cos jy;$$

l'objet de cette Note est de montrer que le coefficient $A_{i,j}$ considéré comme fonction de ν seulement vérifie une équation différentielle linéaire du troisième ordre. Dans ce but, je pars du résultat de M. Appell (*voir* ce Volume, p. 1039), d'après lequel le coefficient cherché est une fonction hypergéométrique de deux variables $F_4(\alpha, \beta, \gamma, \gamma', \mu^2, \nu^2)$, fonction qui vérifie le système d'équations aux dérivées partielles

$$\text{(A)}\quad \begin{cases} x(1-x)r - y^2t - 2xys \\ \quad + [\gamma - (\alpha+\beta+1)x]p - (\alpha+\beta+1)yq - \alpha\beta z = 0, \end{cases}$$

$$\text{(B)}\quad \begin{cases} y(1-y)t - x^2r - 2xys \\ \quad + [\gamma' - (\alpha+\beta+1)y]q - (\alpha+\beta+1)xp - \alpha\beta z = 0; \end{cases}$$

p, q, r, s, t ayant la signification habituelle; x, y tenant la place de μ^2, ν^2.

» On a, l'indice de F étant supprimé,

$$(1)\qquad \frac{dF}{d\nu} + 2p\mu - 2q\nu = 0,$$

$$(C)\qquad \frac{d^2F}{d\nu^2} - 4xr + 8\mu\nu s - 4yt - 2p - 2q = 0;$$

à cause de la condition

$$\mu + \nu = 1,$$

---

[1] *Comptes rendus*, même volume, p. 815 et 880. Voir la Note de M. Appell, p. 1039, et celle de M. Radau, p. 1130.

la combinaison

$$\mu A + \nu B + \tfrac{1}{4}\mu\nu C = 0,$$

ne renferme plus de termes en r, s, t; on a l'équation

$$(2)\quad \frac{1}{4}\mu\nu\frac{d^2F}{d\nu^2} - \frac{1}{2}\mu\nu(p+q) + \gamma\mu p + \gamma'\nu q - (\alpha+\beta+1)(px+qy) - \alpha\beta z = 0.$$

» Passons à la troisième dérivée; on a

$$(D)\quad \begin{cases} \dfrac{d^3F}{d\nu^3} + 2\mu\left(4x\dfrac{\partial r}{\partial x} - 8\mu\nu\dfrac{\partial s}{\partial x} + 4y\dfrac{\partial t}{\partial x}\right) \\ \quad - 2\nu\left(4x\dfrac{\partial r}{\partial y} - 8\mu\nu\dfrac{\partial s}{\partial y} + 4y\dfrac{\partial t}{\partial y}\right) + 12\mu r + 12(\mu-\nu)s - 12\nu t = 0; \end{cases}$$

d'après ce qui précède, la combinaison

$$-2\mu\left(\mu\frac{\partial A}{\partial x} + \nu\frac{\partial B}{\partial x}\right) + 2\nu\left(\mu\frac{\partial A}{\partial x} + \nu\frac{\partial B}{\partial y}\right) + \frac{1}{4}\mu\nu D = 0$$

ne contiendra plus de dérivées de r, s, t; les coefficients de xr, $\mu\nu s$, yt seront respectivement

$$\begin{array}{llllll} xr: & 2(\mu-\nu) - & 2\gamma & + 2(\alpha+\beta+1)\mu & & + 3\nu, \\ \mu\nu s: & -4(\mu-\nu) + & 2(\gamma-\gamma') & + 2(\alpha+\beta+1)(\nu-\mu) & & + 3(\mu-\nu), \\ yt: & 2(\mu-\nu) + & 2\gamma' & - 2(\alpha+\beta+1)\nu & & - 3\mu. \end{array}$$

» Or on peut déterminer deux quantités l et m telles que la combinaison $lA + mB$ donne les termes ci-dessus, les équations

$$\begin{aligned} lx(1-x) - mx^2 &= \text{coefficient de } r, \\ -2xy(l+m) &= \quad\text{»}\quad s, \\ -ly^2 + my(1-y) &= \quad\text{»}\quad t, \end{aligned}$$

étant compatibles et se réduisant à

$$2l\nu - 2m\mu = -2(\gamma+\gamma') + 2(\alpha+\beta+1) + 3,$$
$$2\mu\nu(l+m) = 2\mu l\nu + 2\nu l\mu = \mu - \nu + 2(\gamma'-\gamma) + 2(\alpha+\beta+1)(\mu-\nu);$$

de sorte que la combinaison

$$-2\mu\left(\mu\frac{\partial A}{\partial x} + \nu\frac{\partial B}{\partial x}\right) + 2\nu\left(\mu\frac{\partial A}{\partial y} + \nu\frac{\partial B}{\partial y}\right) - lA - mB + \frac{1}{4}\mu\nu D = 0$$

ne contient plus r, s, t, et l'on obtient l'équation

$$(3')\quad \begin{cases} \frac{1}{4}\mu\nu\frac{d^3F}{d\nu^3}+2(1+\alpha)(1+\beta)(\mu p-\nu q) \\ \quad +(l+m)(\alpha+\beta+1)(px+qy) \\ \qquad -l\gamma p-m\gamma' q\nu+(l+m)\alpha\beta z=0, \end{cases}$$

puis, en éliminant pq entre (1), (2) et (3'), l'équation cherchée.

» Il y a avantage à multiplier tous les termes de (3') par $\mu\nu$ et à prendre

$$(3)\quad \begin{cases} \frac{1}{4}\mu^2\nu^2\frac{d^3F}{d\nu^3}+2(1+\alpha)(1+\beta)(\nu px-\mu qy) \\ \quad +\mu\nu(l+m)(\alpha+\beta+1)(px+qy) \\ \qquad -l\nu\gamma p\mu-m\mu\gamma' q+\mu\nu(l+m)\alpha\beta z=0. \end{cases}$$

» Je n'écrirai pas ici l'équation finale, un peu compliquée, qui, comme on le sait par les travaux de M. Tisserand, admet des intégrales fort simples dans le cas de $p=2$, $p=3$ et $p=1$, auxquels il faut ajouter celui où, i étant égal à j, p est $2q+3$ et n pair. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration algébrique des équations linéaires.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Lorsqu'il y a, entre la variable et l'intégrale générale d'une équation linéaire à coefficients rationnels, une relation algébrique, et que l'on forme à l'aide de cette relation des intégrales abéliennes de première espèce, les périodes de ces intégrales satisfont à certaines équations algébriques. On peut se demander si ces équations suffisent pour déterminer complètement ces périodes.

» Sans aborder ce problème, très général et sans doute très compliqué, j'ai voulu étudier en particulier un exemple simple, et j'ai choisi la résolvante de Gallois de l'équation modulaire que l'on rencontre dans la transformation du septième ordre des fonctions elliptiques (degré 168, genre 3). M. Klein a étudié à fond cette résolvante et il a fait voir que, si l'on forme les intégrales de première espèce correspondantes, leurs dérivées satisfont à une équation linéaire du troisième ordre.

» J'ai choisi sept périodes, que j'appelle ε_1, ε_2, ε_3, ε_4, ε_5, ε_6, ε_7 et entre lesquelles on a la relation suivante :

$$(1)\quad \varepsilon_1+\varepsilon_2+\varepsilon_3+\varepsilon_4+\varepsilon_5+\varepsilon_6+\varepsilon_7=0.$$

» Si l'on considère deux intégrales de première espèce et qu'on accentue les périodes de cette seconde intégrale, on aura

$$(2)\quad \begin{cases} \varepsilon_2\varepsilon'_1 - \varepsilon'_2\varepsilon_1 + \varepsilon_3\varepsilon'_1 - \varepsilon'_3\varepsilon_1 + \varepsilon_5\varepsilon'_1 - \varepsilon'_5\varepsilon_1 + \varepsilon_6\varepsilon'_1 - \varepsilon'_6\varepsilon_1 + \varepsilon_3\varepsilon_2 \\ \qquad - \varepsilon'_3\varepsilon_2 + \varepsilon_6\varepsilon'_2 - \varepsilon'_6\varepsilon_2 + \varepsilon_5\varepsilon'_4 - \varepsilon'_5\varepsilon_4 + \varepsilon_6\varepsilon'_4 - \varepsilon'_6\varepsilon_4 + \varepsilon_6\varepsilon'_5 - \varepsilon_6\varepsilon_5 = 0. \end{cases}$$

» Nous pourrons choisir une intégrale de première espèce, de telle sorte que

$$\varepsilon_1 = 1, \quad \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = 0,$$

et alors nous poserons

$$\varepsilon_4 = x, \quad \varepsilon_5 = y, \quad \varepsilon_6 = z.$$

» On peut former par divers procédés un grand nombre de relations entre ces périodes; mais trois seulement sont distinctes, à savoir

$$\begin{aligned} x(x+y+z) &= y, \\ x^2 + 2xy + y^2 + yz &= z, \\ y^2 + yz + z^2 + x + 2y + z + 1 &= 0. \end{aligned}$$

» Ces trois équations admettent les huit solutions suivantes :

$$\begin{aligned} &x = 1, \quad y = T = \tau + \tau^2 + \tau^4, \quad z = -1, \\ &x = 1, \quad y = T' = \tau^3 + \tau^5 + \tau^6, \quad z = -1, \\ &x = \tau^m, \quad y = \tau^{5m} + \tau^{6m} + 1, \quad z = \tau^{4m} - \tau^m - 1, \end{aligned}$$

où

$$\tau = \cos\frac{2\pi}{7} + i\sin\frac{2\pi}{7}, \quad m = 1, 2, 3, 4, 5, 6.$$

» Les huit solutions conviennent et correspondent à huit systèmes de périodes différentes, satisfaisant aux conditions (1) et (2).

» Il existe aussi une intégrale de première espèce dont les périodes sont simplement

$$\varepsilon_1 = \tau, \quad \varepsilon_2 = \tau^2, \quad \varepsilon_3 = \tau^3, \quad \varepsilon_4 = \tau^4, \quad \varepsilon_5 = \tau^5, \quad \varepsilon_6 = \tau^6, \quad \varepsilon_7 = 1.$$

» Considérons en particulier l'intégrale u_1, dont les sept périodes sont

$$1, \ 0, \ 0, \ 1, \ T, \ -1, \ -T-1.$$

Elle n'a que deux périodes distinctes, 1 et T; les procédés de M. Picard permettent donc de la ramener aux intégrales elliptiques. Mais on démontre que l'on peut trouver six intégrales

$$u_2, \ u_3, \ u_4, \ u_5, \ u_6, \ u_7$$

dont les sept périodes sont les mêmes que celles de u_1, sauf que ces dernières ont subi une permutation circulaire; ainsi les périodes de u_2 seront

$$0, \ 0, \ 1, \ T, \ -1, \ -T-1, \ 1;$$

celles de u_3 seront

$$0, \ 1, \ T, \ -1, \ -T-1, \ 1, \ 0, \ \ldots.$$

Cela posé, l'intégrale

$$A_1 u_1 + A_2 u_2 + \ldots + A_7 u_7,$$

où les A sont des nombres entiers quelconques, n'aura que deux périodes distinctes et sera réductible aux intégrales elliptiques.

» Nous avons donc un troisième exemple de cette circonstance déjà signalée deux fois par M. Picard, qu'il existe des systèmes d'intégrales abéliennes où l'on trouve une infinité d'intégrales réductibles aux intégrales elliptiques (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 1126). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une boussole magnétique à induction.* Note de M. **Mascart**.

« L'inductomètre de Weber permet de déterminer l'inclinaison magnétique par la mesure des courants induits dans un cadre conducteur que l'on fait tourner alternativement de 180°, d'abord autour d'un axe horizontal à partir de l'horizon, puis autour d'un axe vertical à partir d'un plan perpendiculaire au méridien magnétique. Telle est la méthode en usage dans plusieurs Observatoires.

» Si l'appareil est disposé de manière que l'axe de rotation du cadre puisse prendre une direction quelconque dans le méridien magnétique, et que l'on cherche par tâtonnements deux directions telles que, pour une rotation de 180°, l'aiguille du galvanomètre éprouve des impulsions égales et de sens contraires, la bissectrice de ces deux directions donnera la position d'équilibre d'une aiguille d'inclinaison. Cette seconde méthode a été proposée récemment par M. Wild.

» Il est clair que les courants induits doivent être nuls lorsque l'axe de rotation du cadre est exactement parallèle à la direction de la force magnétique.

» Avec le procédé d'observation habituel, qui consiste à tourner le cadre de 180°, on obtiendrait ainsi la même exactitude qu'en mesurant les angles d'impulsion; mais la méthode du *courant nul* permet d'éliminer toute me-

sure d'impulsion, ainsi que le réglage des positions initiale et finale du cadre mobile. On y trouve surtout l'avantage que, si l'on est déjà dans le voisinage de la direction cherchée, on peut, par des mouvements alternatifs du cadre de même période que celle des oscillations de l'aiguille du galvanomètre, multiplier les angles d'impulsion, de manière à rendre manifeste le sens d'une déviation qui eût été elle-même inappréciable. La précision de la méthode est ainsi considérablement augmentée; on peut alors diminuer beaucoup les dimensions du cadre tournant, et il suffit d'employer un galvanoscope de résistance convenable, auquel on donne le *maximum de sensibilité*.

» J'ai cherché depuis plusieurs années à réaliser cette expérience au moyen d'un appareil facilement transportable. Il comprend un cercle azimutal sur lequel se meut un équipage qui porte un anneau mobile autour d'un axe horizontal; l'angle que fait cet anneau avec l'horizon est mesuré par un cercle vertical; le cadre, de $0^{m},12$ seulement de diamètre, est porté par l'anneau et peut tourner autour d'un axe perpendiculaire à celui de l'anneau. Les dimensions de l'instrument ne sont pas plus grandes que celles d'une boussole d'inclinaison.

» Une série de tâtonnements méthodiques permet d'abord de rendre l'axe de l'anneau perpendiculaire au méridien magnétique : par une seconde série, on amène l'axe de rotation du cadre dans la direction de l'aiguille d'inclinaison. Avec les retournements nécessaires pour éliminer les erreurs de réglage, l'observation totale dure moins d'une demi-heure; c'est à peine le temps nécessaire pour déterminer l'inclinaison par une aiguille aimantée.

» Quant à l'exactitude des résultats, elle ne paraît le céder en rien à celle que donnent les boussoles d'inclinaison, dont le maniement est si délicat. Je citerai, comme exemple, quelques nombres obtenus dernièrement par M. Moureaux à l'Observatoire du Parc Saint-Maur :

	Inclinaison.	
	Appareil d'induction.	Boussole de Brunner.
	° ′	° ′
18 septembre 1883.......	65.21	65.20,7
27 »	65.24	65.23,8
16 octobre.............	65.20	65.23,4
26 »	65.22	65.18,9
7 novembre...........	65.19,5	65.17,5

» Si l'on remarque que les observations n'ont pas été simultanées et que

les résultats fournis par des boussoles d'inclinaison de différents modèles, observées au même instant, présentent rarement une concordance plus grande, on voit qu'il est difficile de donner une préférence motivée à l'une ou l'autre des deux méthodes.

» Le réglage relatif au méridien magnétique est assez précis pour que l'appareil permette aussi de déterminer la déclinaison avec l'approximation d'une minute ; il suffirait donc d'y ajouter une lunette pour avoir un véritable théodolite magnétique.

» J'ajouterai que l'on peut encore diminuer les dimensions du cadre en y introduisant du fer doux ; on rend ainsi les courants induits beaucoup plus intenses, sans aucun inconvénient, puisque les changements d'aimantation seraient encore nuls pour une rotation quelconque autour de la direction de la force terrestre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le synchronisme électrique de deux mouvements relatifs, et de son application à la construction d'une nouvelle boussole électrique.* Note de M. **Marcel Deprez**.

« Étant donnés deux corps animés chacun d'un mouvement de rotation distinct, autour d'un même axe, trouver le moyen de reproduire leur déplacement relatif, à distance et en un nombre quelconque de points différents à la fois, en obtenant un synchronisme absolu : tel est le problème que je me suis proposé de résoudre par le procédé suivant.

» Imaginons un anneau, genre Pacinotti, disposé entre les pôles d'un aimant, comme dans les machines magnéto-électriques ordinaires, avec cette différence qu'au lieu d'être fixe, l'aimant peut tourner autour de l'axe de l'anneau. En outre, quatre balais sont calés deux à deux à angle droit sur le collecteur, dont ils divisent la circonférence en quatre quarts. Leur écartement reste invariable, mais on peut déplacer le système autour de l'axe de la bobine. Enfin les deux balais situés aux extrémités d'un même diamètre sont reliés à l'entrée et à la sortie d'un appareil que j'avais inventé vers la fin de 1881 et auquel j'ai donné le nom de *comparateur annulaire* de courants. C'est un anneau de fer fixe, qui porte deux enroulements, sectionnés de telle sorte qu'il y ait alternance entre les sections appartenant à chacun des deux circuits différents. Il en résulte qu'en prenant l'une des sections comme point de départ, si l'on numérote successivement chacune des suivantes, toutes celles qui sont affectées d'un nombre de même parité sont reliées entre elles, et l'ensemble constitue ainsi deux enroulements qui

aboutissent chacun aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires entre eux. On conçoit dès lors que, si l'on vient à y lancer deux courants simultanés, mais d'intensité différente, il tendra à se former sur la circonférence de l'anneau quatre pôles dont les lignes de jonction seraient perpendiculaires; mais les actions magnétiques qui s'exercent dans leur direction se combinent suivant une résultante dont la position dépendra du rapport des courants, et non de leur intensité absolue. Une aiguille aimantée disposée au centre de l'appareil s'orientera selon cette ligne polaire, qui sera ainsi nettement indiquée. On peut d'ailleurs rendre cet appareil astatique, en conjuguant deux comparateurs et deux aiguilles dont les pôles sont dirigés en sens contraire.

» Cela posé, et le comparateur supposé relié, comme nous l'avons indiqué, aux quatre balais du collecteur, faisons tourner la bobine de la machine magnéto-électrique et maintenons l'aimant fixé dans une position déterminée. L'action magnétique dirigée suivant la ligne des pôles peut se décomposer en deux composantes perpendiculaires entre elles, et coïncidant avec les deux lignes qui passent par les points de contact des deux paires de balais sur le collecteur. Tout se passera donc comme si la bobine tournait à l'intérieur de deux champs magnétiques distincts. Or chaque paire de balais, par le fait même de son calage, recueillera séparément le courant dû à l'influence magnétique de la composante perpendiculaire à sa ligne de contact; le comparateur sera, par conséquent, traversé par deux courants d'intensité différente, et, en vertu de l'explication donnée plus haut, son aiguille prendra une orientation déterminée. Si la ligne des pôle de l'aimant coïncidait avec l'une des lignes de balais, l'une des composantes magnétiques deviendrait nulle, et, avec elle, l'un des courants circulant dans le comparateur. L'aiguille de ce dernier prend alors une position que nous considérerons comme initiale. Faisons alors tourner l'aimant en laissant fixes les balais : à chaque angle décrit par la ligne polaire correspondra une valeur définie du rapport des deux composantes magnétiques, et, par suite, des deux courants envoyés dans le comparateur, rapport qui croîtra de zéro jusqu'à 1. Cette dernière valeur sera atteinte quand la ligne des pôles de l'aimant sera bissectrice de l'angle des deux lignes de balais. Les deux courants qui traversent le comparateur étant devenus égaux, l'aiguille fera un angle de 45° avec sa position initiale. En résumé, l'arc décrit par l'aiguille sera le même que celui de l'aimant de l'anneau pour chaque huitième de tour. Si, dans l'intervalle, les positions relatives de l'aiguille du comparateur et de l'aimant n'étaient

pas identiques sous l'influence des actions réciproques des différentes parties de l'anneau tournant, il suffirait de graduer expérimentalement l'appareil pour un huitième de tour, afin d'avoir une indication précise du déplacement angulaire le plus faible de l'aimant. Ces considérations permettent de conclure que, si l'on anime en même temps les balais et l'aimant d'un mouvement de rotation différent, le comparateur indiquera fidèlement, à une distance quelconque, le déplacement relatif, quelque petit qu'il soit, de ces deux organes. Enfin, veut-on transmettre simultanément ces indications en différents endroits, l'installation à chaque poste d'observation d'un comparateur relié à la machine est la seule condition nécessaire à remplir.

» J'ai imaginé, comme application pratique de ce procédé, une nouvelle boussole électrique. Il suffit, pour réaliser cet appareil, de placer verticalement l'axe de l'anneau tournant et de supprimer l'aimant permanent qui servait d'inducteur. Son action se trouve alors remplacée par celle de la terre, qui est suffisante pour reproduire les phénomènes que nous venons d'analyser. La résultante des actions magnétiques terrestres, en un point, peut en effet être décomposée en deux composantes, dont l'une est sa projection sur un plan horizontal et coïncide avec le méridien magnétique, et l'autre dirigée suivant la verticale. Cette dernière, parallèle à l'axe de l'anneau, ne peut exercer aucun effet d'induction sur le fil induit, tandis que l'action de la première composante est assimilable à celle de l'aimant du précédent dispositif. Dès lors, les balais restant fixes, tout déplacement, quelque faible qu'il soit, du méridien magnétique sera accusé par un déplacement identique de l'aiguille du comparateur, qui remplit ainsi le rôle de la boussole la plus sensible. Pour éviter toute influence perturbatrice due au voisinage de pièces métalliques, on disposera en haut du mât du navire l'anneau tournant auquel on communiquera son mouvement de rotation par tel moyen qu'on jugera le plus simple. Ce mouvement n'est d'ailleurs nullement assujetti à rester uniforme, puisque les angles parcourus par l'aiguille du comparateur ne sont fonction, comme il a déjà été dit, que du rapport des deux courants qui le traversent, rapport tout à fait indépendant de la vitesse de rotation. Quant à la graduation de l'appareil, les détails donnés plus haut suffisent à faire comprendre comment on devra l'effectuer. »

ÉLECTRICITÉ. — *Étude des courants telluriques.* Note de M. **E.-E. Blavier.**

« Le Congrès des électriciens de 1881 et la Conférence internationale de 1882 pour la détermination des unités électriques, présidés l'un et l'autre par M. Dumas, ont émis le vœu que des expériences fussent faites sur les lignes électriques pour l'observation des courants qui parcourent la surface de la Terre, expériences qui ont été jusqu'ici très incomplètes par suite de l'impossibilité d'utiliser pour cet objet les fils conducteurs qui suffisent à peine au service télégraphique.

» Par suite de la construction récente d'un certain nombre de lignes souterraines, plusieurs fils se sont trouvés provisoirement disponibles en France; j'en ai profité pour demander à M. le Ministre des Postes et Télégraphes l'autorisation de les utiliser pour l'étude des courants telluriques.

» Cette autorisation m'ayant été accordée, j'ai fait construire par M. Duboscq un appareil semblable à celui qu'emploie M. Mascart pour l'enregistrement photographique des trois composantes du magnétisme terrestre. Cet appareil se compose d'une horloge qui fait descendre d'un mouvement uniforme une feuille de papier préparée, de $0^{m},21$ de largeur, devant une fente par laquelle arrivent les rayons lumineux d'une lampe, réfléchis par les appareils d'observation. La largeur du papier qui correspond à chacun de ces derniers est donc de $0^{m},07$.

» Les heures sont marquées photographiquement. A cet effet, la glace postérieure est noircie et porte des découpures qui correspondent aux vingt-quatre heures de la journée; il suffit d'exposer un instant cette glace à la lumière solaire pour que les découpures laissent leurs traces, et de noter l'heure du commencement de l'expérience.

» Les instruments en relation avec les lignes sont des galvanomètres de MM. Marcel Deprez et d'Arsonval, dont les bornes sont réunies par un fil de dérivation, ou *shunt*, convenable.

» Ce qu'il importait de mesurer, c'était non l'intensité des courants, qui varie suivant la résistance du circuit, mais la force électromotrice existant entre les deux points du sol en relation avec le fil télégraphique. Dans ce but, j'ai rendu, dans toutes les expériences, la résistance totale du circuit constante par l'addition de bobines ou de rhéostats, convenablement choisis. Cette résistance constante a été fixée à 10000^{ohms}, résistance considérable qui a l'avantage d'éliminer les effets secondaires.

» Il était en outre nécessaire de déterminer fréquemment la constante

de chaque galvanomètre, qui pouvait changer par suite des variations de tension du fil qui supporte le cadre. Chaque matin on prend cette constante en remplaçant pendant un instant le circuit soumis à l'expérience par un circuit local, toujours le même, de 20000^{ohms} de résistance. Un premier trait donné sur le papier par chaque galvanomètre correspond au cas où aucun courant ne passe; un deuxième correspond au cas où le courant d'essai est envoyé dans un sens, et un troisième au cas où ce courant est envoyé en sens opposé. L'intensité du courant qui produit ces deux dernières marques est d'environ $\frac{1^{\text{volt}}}{20000^{\text{ohms}}}$, soit $\frac{1}{20000}$ d'ampère.

» Les expériences ont commencé en août dernier et durent encore; elles n'ont subi que quelques interruptions partielles, dues à la nécessité où nous nous sommes trouvés quelquefois de rendre au service les fils qui avaient été mis à notre disposition.

» J'ai été secondé dans cette étude par M. Henry Terral, agent spécial attaché à l'École supérieure de Télégraphie, qui est parvenu promptement à obtenir des épreuves très nettes et a eu l'idée de les reproduire par les procédés photographiques ordinaires. Je n'ai encore que quelques-unes de ces reproductions; lorsque la collection sera complète, je m'empresserai d'en remettre un exemplaire à l'Académie. Je me bornerai aujourd'hui à constater quelques-uns des principaux résultats de nos observations.

» Un des faits importants qui ressort de la comparaison de ces courbes est que la direction et l'intensité des courants telluriques dépendent uniquement de la différence de potentiel entre les deux points où le fil conducteur est en communication avec la terre et sont indépendantes de son trajet. Ainsi, de Paris à Nancy, deux fils, l'un aérien passant par Châlons et l'autre souterrain passant par Reims, fournissent toujours des courbes absolument identiques.

» Il résulte de cette observation que les courants secondaires dus à l'induction, aux dérivations et à l'électricité atmosphérique ne modifient pas les courbes, ce qui tient à l'instantanéité de ces courants et à ce que l'enregistrement qui correspond à une heure occupe seulement $0^{\text{m}},01$ de largeur sur la feuille de papier qui reçoit l'impression lumineuse.

» On peut de plus en conclure, contrairement à une opinion généralement admise, que les lignes souterraines ne sont pas plus influencées que les lignes aériennes par les courants terrestres. Si ces courants troublent un peu plus la transmission sur les lignes souterraines, cela tient à ce que leurs conducteurs en cuivre offrent moins de résistance et à ce qu'on em-

ploie pour les desservir des piles plus faibles et des appareils plus sensibles.

» Non seulement les courants telluriques sont identiques sur deux fils qui aboutissent aux deux mêmes points, mais encore ils sont les mêmes sur deux fils de même longueur qui ont à peu près la même direction, de Paris à Reims et de Paris à Châlons, par exemple.

» Pour deux lignes de longueurs différentes, mais qui ont la même direction, par exemple de Paris à Nancy et de Paris à Châlons, les courants qui parcourent les fils suivent exactement les mêmes phases, mais leur intensité est sensiblement en raison de la distance des points extrêmes, la résistance totale étant, bien entendu, la même dans les deux cas.

» En augmentant la résistance de la dérivation entre les bornes du galvanomètre sur le fil le plus court, en la doublant par exemple pour le fil de Paris à Châlons, on retrouve, en général, identiquement les mêmes courbes que pour le fil le plus long, Paris-Nancy.

» Le résultat est le même lorsqu'on compare les courbes que donnent deux grandes lignes situées des deux côtés de Paris et sur le prolongement l'une de l'autre, telles que Paris-Lille et Paris-Lyon. Mais, les courants sur la ligne de Paris-Lyon sont naturellement beaucoup plus intenses et indiquent toujours une différence de potentiels proportionnelle à la distance des points extrêmes.

» Il me paraît donc probable qu'on pourra arriver à étudier complètement les variations des courants telluriques au moyen d'un certain nombre de fils de faible longueur, rayonnant d'un point central.

» Les courants varient constamment de sens et d'intensité; parfois, au milieu d'une période relativement assez calme, on observe un courant qui s'accroît assez rapidement pendant une heure ou deux, puis décroît et change de direction. Il est encore assez difficile de donner la loi de ces courants, surtout pour les lignes qui vont de l'est à l'ouest. Pour celles qui vont du nord au sud, les photographies montrent que dans la matinée, de 9^h à midi, le courant terrestre marche toujours du nord au sud et atteint son maximum d'intensité vers $10^h 30^m$.

» Les courants telluriques ont évidemment une liaison intime avec les variations du magnétisme de la Terre. Ils en peuvent être la cause principale ou l'effet; cette question ne pourra être résolue que par une comparaison des courbes électriques et des courbes magnétiques. L'étude attentive des premières permettra également de décider si les mouvements du Soleil et de la Lune ont une influence inductrice, comme le pensent quelques physiciens. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la force d'induction produite au loin par un système quelconque de petits courants électriques plans dont l'intensité varie. Solénoïde sphérique équivalent.* Note de M. **Quet**.

« Je me propose de chercher les lois qui régissent l'induction produite à de grandes distances par la variation d'intensité dans un système quelconque de petits courants plans. La solution de ce problème général est utile lorsqu'on désire discuter la théorie plus ou moins probable dans laquelle on attribue à des variations rapides d'intensité dans les courants électriques du Soleil ces changements, également rapides, de l'état intérieur de la Terre, qui, par une réaction du dedans au dehors, produisent les perturbations magnétiques.

» Considérons un quelconque des courants plans du système et désignons par A, B, C les composantes rectangulaires de la force d'induction correspondante. J'ai montré, dans les *Comptes rendus* du 24 septembre dernier, que l'on a

$$A = -\frac{Km}{2R^2}\frac{di}{dt}(fc - gb + p), \quad B = -\frac{Km}{2R^2}\frac{di}{dt}(ga - ec + p'), \quad C = -\ldots.$$

R est la distance OP du milieu O de l'élément induit m à un point P, pris arbitrairement dans le système; e, f, g sont les cosinus des angles que R fait avec les axes des coordonnées; di est la variation instantanée du courant électrique; a, b, c sont les aires des projections du circuit sur les plans coordonnés.

» Les valeurs des composantes sont supposées développées en séries convergentes; dans la parenthèse, j'ai écrit explicitement les termes du second ordre de petitesse, et j'ai désigné par p, p' les restes des séries. Si l'on voulait avoir les termes du troisième ordre, on les déduirait de ce type

$$p = \frac{1}{R}[\eta_1 c - \zeta_1 b - 3(fc - gb)(e\xi_1 + f\eta_1 + g\zeta_1)] + \ldots;$$

ξ_1, η_1, ζ_1 sont les coordonnées du centre de gravité de l'aire ω du circuit par rapport à l'origine P. Pour chaque courant plan, on aura des composantes analogues à A, B, C, et, si X, Y, Z désignent les composantes de la force d'induction due à tout le système, leurs valeurs seront

$$X = -\frac{Km}{2R^2}\left(f\Sigma c\frac{di}{dt} - g\Sigma b\frac{di}{dt} + \Sigma p\frac{di}{dt}\right), \quad Y = -\cdots, \quad Z = -\cdots;$$

en général, la quantité $\Sigma p \frac{di}{dt}$ est négligeable par rapport à la première partie de la série; toutefois il y a des cas particuliers où cela n'a pas lieu, par exemple si le système se réduisait à un solénoïde homogène fermé, la première partie serait nulle, et c'est à la deuxième partie qu'il faudrait recourir pour calculer la force d'induction; on obtiendrait alors la valeur que j'ai déjà donnée. En laissant de côté les cas particuliers que l'on pourra traiter à part, nous réduirons la valeur des composantes à ces expressions approchées:

$$X = -\frac{km}{2R^2}\left(f\Sigma c\frac{di}{dt} - g\Sigma b\frac{di}{dt}\right),\quad Y = -\frac{km}{2R^2}\left(g\Sigma a\frac{di}{dt} - e\Sigma c\frac{di}{dt}\right),\quad Z = -\ldots.$$

Cette réduction suppose que l'on néglige les quantités de troisième ordre de petitesse dans la parenthèse; au même degré d'approximation, on pourra placer le point arbitraire P au centre d'une sphère qui enveloppe tous les courants. Je pose

$$\Sigma a\frac{di}{dt} = M\alpha,\quad \Sigma b\frac{di}{dt} = M\beta,\quad \Sigma c\frac{di}{dt} = M\gamma,\quad \alpha^2+\beta^2+\gamma^2 = 1;$$

on tire de là

$$M = \sqrt{\left(\Sigma a\frac{di}{dt}\right)^2 + \left(\Sigma b\frac{di}{dt}\right)^2 + \left(\Sigma c\frac{di}{dt}\right)^2}.$$

On peut calculer cette quantité en prenant trois axes arbitraires; elle est indépendante du choix des axes; elle caractérise le système, et nous l'appellerons le *coefficient* ou le *moment d'induction*. A l'aide de M, on peut calculer $\alpha\beta\gamma$, et ces cosinus déterminent une direction qui caractérise le système. Nous appellerons cette direction l'*axe d'induction*. Pour un cylindre solénoïdal, j'ai déjà montré que l'on a

$$M = \omega\frac{di}{dt}\sin\varepsilon\frac{L}{l},$$

L étant la longueur du cylindre, l la distance des courants consécutifs, et ε l'angle que R fait avec l'axe du solénoïde. Pour un solénoïde sphérique et homogène, j'ai aussi montré que l'on a

$$M = \frac{\pi^2\rho^3}{2l}\frac{di}{dt}\sin\varepsilon,$$

ρ désignant le rayon de la sphère, l la distance, sur la surface de cette sphère, qui sépare deux courants circulaires consécutifs.

» Quant à l'axe d'induction, il coïncide avec la directrice dans les deux solénoïdes que je viens d'indiquer.

» D'après les expressions que j'ai données, on a

$$X = -\frac{kmM}{2R^2}(f\beta - g\gamma), \quad Y = -\frac{kmM}{2R^2}(g\alpha - e\gamma), \quad Z = -\ldots.$$

» Si l'on place l'axe OX sur le rayon vecteur R et l'axe OZ dans le plan mené par ce rayon et la direction ON' ou PN de l'axe d'induction, on aura

$$e = 1, \quad f = 0, \quad g = 0, \quad \beta = 0, \quad X = 0, \quad Y = \frac{kmM}{2R^2}\gamma, \quad Z = 0.$$

La force d'induction est donc perpendiculaire au plan N'OP et elle est à gauche de ce plan; γ étant le cosinus de l'angle que l'axe d'induction ON' fait avec OZ, si ε est l'angle que les directions ON' et OP font entre elles, on aura, pour la force d'induction,

$$R = \frac{kmM}{2R^2}\sin\varepsilon.$$

» C'est cette formule que j'ai citée dans les *Comptes rendus* du 10 septembre dernier.

» Il suit des expressions trouvées que la force d'induction est complètement déterminée lorsque l'on connaît l'axe d'induction et le coefficient ou moment d'induction du système; il est alors facile de voir que, au point de vue de l'induction, on peut toujours substituer à un système quelconque de courants un solénoïde sphérique : il suffit pour cela de placer le centre du solénoïde en P, de diriger la directrice sur l'axe PN du système, et de donner aux courants du solénoïde un moment d'induction égal à celui du système. En effet, l'action sur m provenant du système donné est

$$Y = \frac{kmM}{2R^2}\sin\varepsilon.$$

Celle du solénoïde dont la directrice coïncide avec PN et dont le centre est en P est égale à

$$Y' = \frac{kmM'}{2R}\sin\varepsilon, \quad M' = \frac{\pi^2\rho^3}{2l}\frac{dj}{dt};$$

d'ailleurs les deux forces ont même direction; pour l'équivalence, il suffit d'avoir

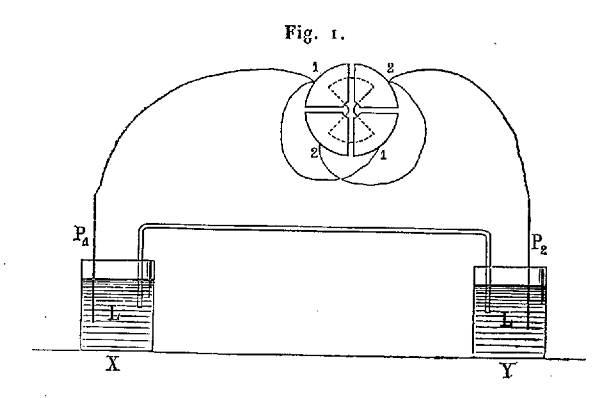
$$M = M' \quad \text{ou} \quad \frac{\pi^2\rho^3}{2l}\frac{dj}{dt} = M. \text{ »}$$

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la différence de potentiel des couches électriques qui recouvrent deux liquides au contact.* Note de MM. **E. Bichat** et **R. Blondlot**, présentée par M. Jamin.

« On ne possède aucune détermination satisfaisante des différences électriques entre deux liquides. Nous avons entrepris de combler cette lacune en employant une méthode dont nous allons donner le principe.

» *Première expérience.* — Soient (*fig.* 1) deux vases X et Y contenant

Fig. 1.

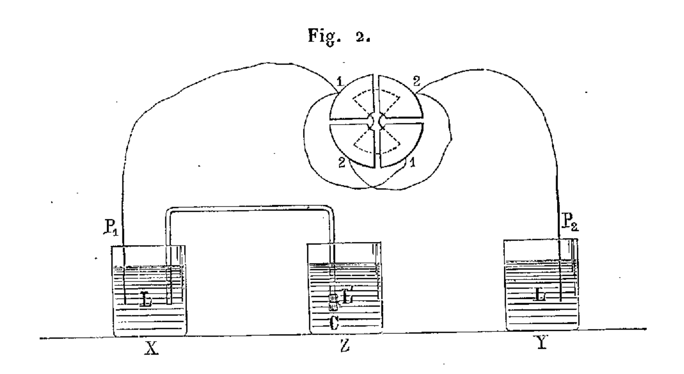


un même liquide L, et réunis par un siphon; dans ces deux vases plongent des électrodes en platine P_1 et P_2, relativement en relation avec les deux paires de quadrants d'un électromètre Thomson-Mascart, que l'on observe à l'aide d'une lunette et d'une règle divisée. L'aiguille prend une certaine position d'équilibre, différente, en général, du zéro de l'électromètre, parce que les deux platines ne sont pas complètement identiques. En déplaçant légèrement la règle divisée, on fait coïncider une division quelconque n avec le fil vertical du réticule de la lunette.

» *Seconde expérience.* — Enlevons le siphon; disposons un troisième vase Z (*fig.* 2) contenant un liquide L′, et relions les deux vases X et Z au moyen d'un siphon fermé par une membrane et rempli d'un liquide L. Supposons que, par un moyen quelconque, on arrive à rendre égaux les potentiels des couches d'air qui recouvrent les deux liquides L′ et L contenus dans les vases Z et Y; la différence entre les potentiels des électrodes P_1 et P_2 ne sera plus la même que dans la première expérience : elle sera augmentée de la différence électrique vraie $\frac{\mathrm{A}}{\mathrm{A}'}$ due à leur contact en C, plus la différence $\frac{\mathrm{L}'}{\mathrm{air}}$, plus enfin la différence $\frac{\mathrm{air}}{\mathrm{L}}$. Cette somme n'est autre chose que

a différence apparente entre les liquides : nous la désignerons par $\frac{L}{L'}$. En raison de cette différence, l'aiguille de l'électromètre prend une autre position d'équilibre. Intercalons maintenant entre P_1 et la paire de quadrants (1, 1) une force électromotrice fournie par une dérivation sur le

Fig. 2.



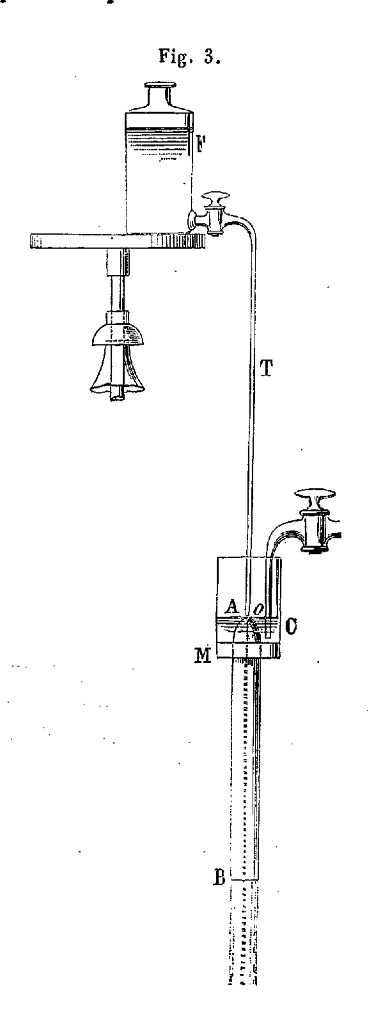
circuit d'une pile, force électromotrice variable à volonté et dont on connaît toujours la valeur; en lui donnant un sens convenable, et en la modifiant peu à peu, nous pourrons ramener l'aiguille à une position telle que le fil du réticule coïncide de nouveau avec la même division *n*. A ce moment, il y a compensation entre la force électromotrice due à la pile et la différence électrique $\frac{L}{L'}$. La lecture de cette force électromotrice donne donc le sens et la valeur numérique de $\frac{L}{L'}$.

» Il reste à expliquer comment nous sommes arrivés à égaliser les potentiels des couches d'air qui recouvrent le liquide L du vase Y et le liquide L' du vase Z.

» Notre procédé repose sur l'emploi de l'appareil à gouttes imaginé par W. Thomson pour l'étude de l'électricité atmosphérique. Un tube de verre AB (*fig.* 3), de $0^m,04$ de diamètre et de $0^m,40$ de longueur, est fixé verticalement. Il est rétréci à la partie supérieure de façon à former une sorte de cloche percée en son milieu d'une ouverture A, de $0^m,01$ de diamètre environ. Un manchon C entoure l'extrémité supérieure du tube, auquel il est fixé au moyen d'un bouchon annulaire. Dans le vase circulaire C, on fait arriver le liquide L provenant d'un réservoir; l'orifice A fait alors l'office de trop-plein, et le liquide L ruisselle le long des parois intérieures du tube AB, de façon à les revêtir complètement.

» On a ainsi réalisé un corps creux, sensiblement fermé, dont la paroi interne est constituée par le liquide L.

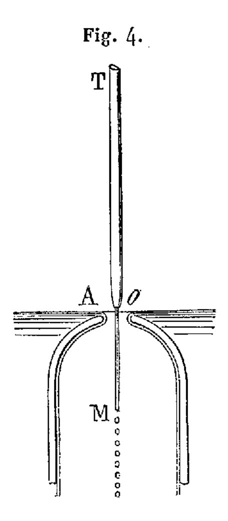
Fig. 3.



» D'autre part, un flacon F, isolé, contenant le liquide L', est muni d'un tube T vertical dont l'ouverture effilée *o* (*fig.* 4) vient déboucher au niveau de l'ouverture A. Le jet liquide qui s'échappe par cette ouverture reste d'abord continu sur une longueur de $0^m,04$ à $0^m,05$, jusqu'en M; puis, en ce point, il se sépare en gouttelettes. L'appareil étant ainsi disposé, on sait que, par le jeu de l'écoulement, le potentiel de la couche d'air qui recouvre le liquide L' se modifie peu à peu, de manière à atteindre la valeur du potentiel de la couche d'air qui recouvre le liquide L. Pour réaliser,

comme nous l'avons supposé dans la seconde expérience, l'égalisation des potentiels des couches d'air qui recouvrent le liquide L du vase Y et le li-

Fig. 4.



quide L′ du vase Z (*fig.* 2), il suffira donc de les faire communiquer par des siphons, respectivement avec les liquides L et L′ de l'appareil à écoulement que nous venons de décrire.

» La détermination de la différence électrique entre deux liquides se trouve donc ramenée à deux expériences facilement réalisables.

» Nous avons fait un certain nombre de vérifications qui ont confirmé l'exactitude de notre méthode et le bon fonctionnement de notre appareil.

» 1° En employant pour les deux liquides L et L′ deux liquides identiques, nous avons trouvé une différence nulle.

» 2° Si, au lieu d'employer le liquide L à mouiller le tube AB, et le liquide L′ à former les gouttes, on fait l'inverse, c'est-à-dire si l'on mouille le tube AB avec le liquide L′, le liquide L s'écoulant par l'appareil à gouttes, la détermination de la différence $\frac{L}{L'}$ doit donner le même nombre. C'est ce que l'expérience a confirmé d'une façon absolue.

» 3° Nous nous sommes assurés que la vitesse d'écoulement, soit du liquide qui revêt l'intérieur du tube AB, soit de celui qui forme les gouttes, n'a aucune influence sur les nombres trouvés.

» Nous aurons l'honneur de présenter prochainement à l'Académie les résultats que nous avons obtenus en appliquant la méthode qui vient d'être décrite. »

OPTIQUE. — *Longueurs d'onde des raies* A *et* a. Note de M. **W. de W. Abney.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. Cornu.)

« ... Voudriez-vous avoir l'obligeance de faire de ma part cette Communication à l'Académie?...

» ... M. Fiévez m'a récemment envoyé un exemplaire de sa Carte (publiée dans les *Annales de l'Observatoire de Bruxelles*, nouvelle série, t. V) du spectre solaire de C à A inclusivement. Je fus immédiatement frappé des discordances qu'on rencontre entre les longueurs d'onde que j'ai déterminées et celles de M. Fiévez et, en outre, de la présence de plusieurs raies qui se trouvent sur mes photographies et qui sont absentes sur la Carte. Comme il se passera encore quelque temps avant que le spectre normal du Soleil dont nous nous occupons, M. le professeur Rowland et moi, soit publié, j'ai pensé qu'il serait bon de donner par anticipation les longueurs d'onde de quelques-unes des principales raies du rouge et de l'infra-rouge, d'autant plus que cette région contient des lignes déterminées en valeur absolue. Les déterminations ont été faites à l'aide d'un réseau concave de M. le professeur Rowland, le spectre du premier et du deuxième ordre et ceux du troisième et du quatrième ordre étant photographiés sur la même plaque et montrant aisément les coïncidences. Dans cette comparaison, la Carte exacte de M. Cornu a été employée pour les longueurs d'onde du spectre ultra-violet et celle d'Angström pour le vert et le bleu. Les résultats sont les suivants :

Description des raies.	λ déduit de la comparaison du premier et du deuxième ordre	λ déduit de la comparaison du deuxième et du troisième ordre.	Remarques.
a.	7184,4 7185,4	7184,5 7185,45	λ suivant M. Fiévez : 7197,7, 7198,7 ; suivant Angström : 7184,9, représenté par une raie simple.
A le bord le plus réfrangible........	7593,6	7593,7	λ suivant M. Fiévez : 7600 ; suivant Angström : 7600,9, ±6,6.
Milieu de la sixième double ligne dans les cannelures du groupe A........	7644,2	7644,3	Suivant M. Fiévez : 7652,2.

Description des raies.	λ déduit de la comparaison du premier et du deuxième ordre.	λ déduit de la comparaison du deuxième et du troisième ordre.
1046 raie double...	8226,4	8226,3
	8229,9	8229,9
1441.............	8496,8	8496,8
1509...........	8540,6	8540,7
1685.............	8661,0	8661,0
2175 raie double ..	8986,2	
	8989,5	
2638 raie double...	9494,5	
	9500,1	
3161...........	9633,8	9633,9

» Les nombres de la première colonne se rapportent à la Carte infra-rouge publiée dans la 2e Partie (1880) des *Transactions philosophiques de la Société Royale.*

» J'ai donné seulement les longueurs d'onde des lignes principales qui s'y trouvent : la Carte qui sera publiée donne des déterminations précises jusqu'à $\lambda = 1600$.

» La méthode des coïncidences sur la même plaque est celle qui est ordinairement adoptée : on utilise une moitié de la fente pour un spectre d'un ordre et l'autre moitié pour celui d'un autre ordre. On fait usage de milieux absorbants dans certains cas; dans d'autres, on utilise la séparation des radiations par un prisme.

» J'ai indiqué, dans le Mémoire ci-dessus mentionné, l'emploi de miroirs concaves pour obtenir ces coïncidences, mais l'emploi d'un réseau Rowland est de beaucoup plus simple et plus précis. «

THERMOMÈTRE. — *Microthermomètre pour la mesure des variations très petites de température.* Note de M. F. Larroque, présentée par M. Th. du Moncel.

« Cet instrument n'est autre chose qu'un thermomètre à déversement, à très courte échelle. En suivant un mode opératoire particulier, qu'il serait trop long de décrire ici, je suis parvenu à construire des microthermomètres dont le tube capillaire, parfaitement cylindrique, est tellement délié que la colonne mercurielle, vue sous un dégrossissement de 250 fois, ne dépasse pas un diamètre apparent de $\frac{2}{3}$ de millimètre.

» Ces instruments, je dois l'avouer, sont très difficiles à construire et très fragiles, mais leur sensibilité est telle que j'évalue à $\frac{1}{1000}$ de degré la limite des variations appréciables.

» Bien que l'utilité du microthermomètre semble devoir être bornée à la simple constatation de mouvements thermiques extrêmement petits, on pourrait, au besoin, graduer cet instrument par comparaison avec un thermomètre ordinaire sensible à $\frac{1}{100}$ de degré, par exemple.

» J'ai appliqué trois microthermomètres à des expériences diverses :

» 1° Le phénomène de Peltier se produit-il à la surface de contact de deux liquides?

» Deux expériences ont été faites à ce sujet avec deux éléments de pile Callaud; l'un au début du fonctionnement, l'autre monté depuis dix-huit jours. Un microthermomètre coudé (son réservoir faisait avec le tube capillaire un angle de 90°), plongé tour à tour dans chacun des liquides, puis couché sur leur surface de contact, accusa, dans le premier élément, un échauffement à la surface de contact. Ce phénomène ne s'étant pas reproduit dans le second élément, j'ai cru mettre en évidence, dans un cas particulier, le phénomène de Peltier; mais la diffusion des liquides, après un certain temps de fonctionnement, suffit à expliquer tout.

» Un fait intéressant s'est manifesté pendant ces expériences : la colonne capillaire était animée d'un tremblotement continu.

» 2° J'ai eu l'idée d'appliquer cette propriété, dont jouit le microthermomètre, d'accuser les variations les plus rapides de température, à la mesure de l'énergie radiante du Soleil.

» Une expérience préparatoire m'a, en effet, démontré que, si l'on interpose entre le Soleil et un microthermomètre placé au centre d'une enveloppe isotherme un disque interrupteur, on pourra, en graduant très exactement la durée relative des temps d'admission et d'extinction et réglant la vitesse du disque, faire osciller la colonne capillaire entre des limites fixes avec une vitesse suffisante pour qu'on ait l'impression d'une mage continue, facile à mesurer au micromètre. »

PHOTOCHIMIE. — *Etudes sur l'action chimique de la lumière : décomposition de l'acide oxalique par le perchlorure de fer.* Note de M. G. LEMOINE.

« Pour mesurer commodément les diverses influences dont peut dépendre l'action chimique de la lumière, j'ai choisi la décomposition de

l'acide oxalique par le perchlorure de fer, déjà examinée par M. Marchand et par M. Jodin :

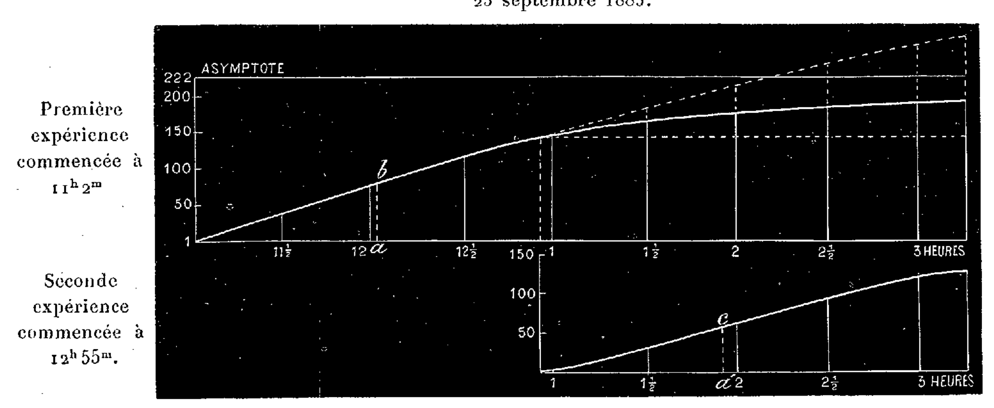
$$2Fe^2Cl^3 + C^4H^2O^8 = 4FeCl + 2HCl + 4CO^2.$$

» *Mode d'expérience.* — Les expériences sont essentiellement comparatives, et les surfaces exposées au soleil toujours égales. Des tubes verticaux en verre mince, de $0^m,015$ de diamètre intérieur, contiennent 20^{cc} d'un mélange fait dans différentes conditions : le gaz est recueilli sur de la glycérine. Les liquides employés proviennent de dissolutions *normales* obtenues avec $1^{éq}$ de chaque réactif par litre (63^{gr} de $C^2O^3, 3HO$ et $162^{gr},5$ de Fe^2Cl^3); on sature ces dissolutions d'acide carbonique. On fait plusieurs mesures consécutives pour appuyer les comparaisons sur plusieurs déterminations et on les résume par des tracés graphiques analogues à ceux qui suivent. Cette méthode se prête à de nombreuses vérifications et élimine l'influence des changements d'état du ciel.

» Les expériences ont été faites autant que possible entre 10^h et 2^h, sous le climat de Paris, sur des tours bien découvertes, ayant vue sur la totalité de la voûte céleste.

» *Vitesse de la réaction* (*fig.* 1). — La vitesse de la réaction dépend na-

Fig. 1. — *Vitesse de la reaction.*
Dissolutions normales ($1^{éq}$ par litre). Équivalents égaux.
23 septembre 1883.



Les longueurs représentent le temps; les hauteurs, les volumes de gaz dégagés. Le volume total de gaz que pouvait produire le mélange était 222^{cc}.

La courbe en traits interrompus ajoutée à la première expérience est la reproduction de la courbe correspondant à la deuxième expérience, pour faciliter la comparaison.

Si l'on veut apprécier les variations de l'intensité de la lumière, on peut prendre le rapport des volumes de gaz *ab*, *a'c* mesurés pour chaque expérience au bout d'une heure.

turellement de l'intensité de la lumière solaire. Mais, pour une même intensité lumineuse, la réaction progresse d'abord avec une vitesse à peu

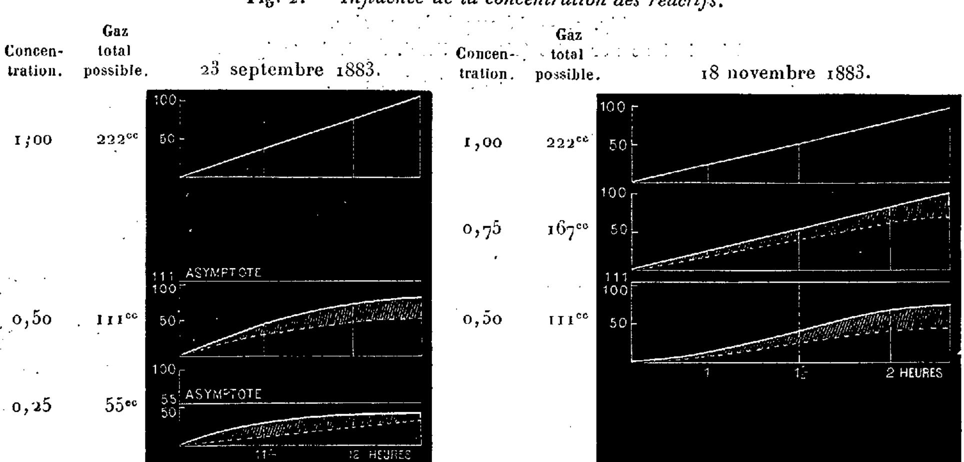
près constante; elle se ralentit seulement lorsque le liquide a dégagé environ la moitié du gaz total qu'il peut fournir. Avec une grande masse de liquide, ce ralentissement serait donc très long à se produire. Voici la représentation graphique d'expériences faites avec deux tubes identiques, dont le second a été disposé deux heures après le premier, lorsque celui-ci avait dégagé déjà 142^{cc} (sur 222^{cc} possibles).

» *Influence de l'insolation préalable.* — Lorsqu'on expose séparément les deux réactifs au soleil pendant plusieurs heures, puis qu'on les mélange, l'action chimique devient sensiblement plus intense. Ce résultat rappelle les expériences si curieuses de Niepce de Saint-Victor sur l'*emmagasinement de la lumière :*

Heures (17 septembre 1883).	11.40	1.00	1.23	1.41	2.02	2.16	2.27	1.40
Gaz dégagé par des liquides non insolés.	0	24	52	64	83	93	100	107^{cc}
Gaz dégagé par des liquides insolés neuf heures	0	24	58	70	91	103	110	117^{cc}
Rapport	»	1,00	1,11	1,09	1,10	1,11	1,10	1,09

» *Influence de la dilution* (*fig.* 2). — Toutes choses étant égales d'ailleurs, l'addition d'eau augmente l'action chimique. Cette influence de

Fig. 2. — *Influence de la concentration des réactifs.*



Les longueurs représentent le temps; les hauteurs, les volumes de gaz dégagés.

Les courbes en traits interrompus correspondent à l'hypothèse où les volumes de gaz dégagé seraient proportionnels aux quantités absolues de mélange actif contenu dans la dissolution.

l'eau peut se rattacher à la décomposition partielle qu'elle fait subir aux sels de sesquioxyde de fer (expériences de M. Debray, de M. Berthelot, etc.) : elle peut aussi tenir simplement à l'absorption qu'exerce le perchlorure de fer et qui diminue à mesure que le liquide est plus dilué.

» Les expériences étaient faites avec des tubes contenant tous 20^{cc} de liquide, mais avec des concentrations différentes. Le tube où la concentration est la moitié de celle des dissolutions normales, et où par conséquent il y a moitié moins de mélange actif, dégage des quantités de gaz plus fortes que la moitié de celles du tube des dissolutions normales. En outre, pour les liquides étendus, la période de ralentissement arrive plus vite, de sorte que le rapport entre les quantités de gaz des deux expériences est loin d'être constant : dans les tubes où la dilution est très grande, il y a très peu de matière réelle, de sorte qu'elle est rapidement consommée et que le dégagement gazeux tend à s'arrêter rapidement, en même temps que le liquide prend une teinte verte.

» *Influence de l'excès de l'un des réactifs* (*fig.* 3). — Prenons des tubes

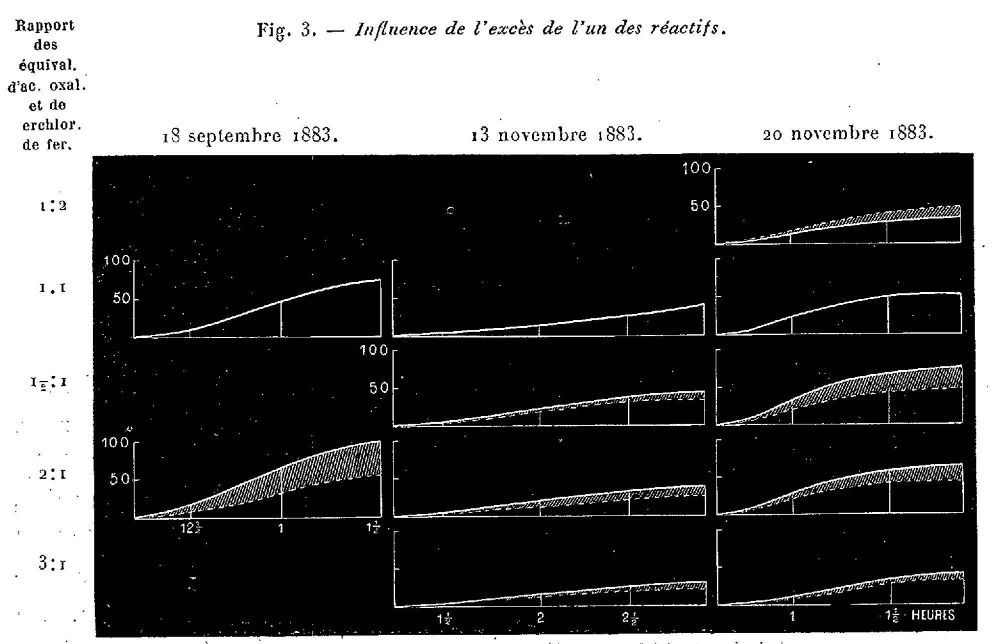


Fig. 3. — *Influence de l'excès de l'un des réactifs.*

Les longueurs représentent le temps en heures; les hauteurs, les volumes de gaz dégagés.
Les volumes de dissolutions normales ($1^{éq}$ par litre) employés étaient respectivement :

Acide.	Perchlorure.	Réactif en excès.	Concentration du mélange actif.
cc	cc	cc	
6,7	13,3	6,7 de perchlorure.	$\frac{13,3}{20} = 0,67$
10,0	10,0	0	1
12,0	8,0	4,0 d'acide.	$\frac{16}{20} = 0,8$
13,3	6,7	6,7 d'acide.	$\frac{13,3}{20} = 0,67$
15,0	5,0	10,0 d'acide.	$\frac{10}{20} = 0,50$

Les courbes en traits interrompus correspondent à l'hypothèse où les volumes de gaz dégagés seraient proportionnels aux quantités absolues de mélange actif contenu dans la dissolution.

contenant tous 20^{cc} de liquides obtenus en mélangeant en différentes pro-

portions les dissolutions normales; ainsi $6^{cc},65$ de perchlorure de fer et $13^{cc},3$ d'acide oxalique correspondent au rapport des équivalents 1 : 2. Le mélange réellement actif, qui est à équivalents égaux, se trouve ainsi dilué, dans une proportion connue, par une dissolution du réactif en excès. Les résultats obtenus sont représentés dans la *fig.* 3.

» D'autres expériences ont permis de comparer directement les dégagements gazeux produits en opérant une même dilution, soit avec de l'eau, soit avec tel ou tel réactif. Les résultats varient suivant que le perchlorure de fer ou l'acide oxalique est en excès, car le perchlorure de fer absorbe énergiquement les radiations chimiques. Quand il y a excès de perchlorure de fer, on a moins de gaz qu'on n'en aurait en tenant compte seulement de l'état de dilution. Le résultat est sensiblement le même qu'avec le perchlorure lorsqu'on ajoute du protochlorure de fer au mélange actif. Quand il y a excès d'acide, les volumes de gaz dégagés sont très analogues à ceux que donnerait la dilution faite avec l'eau.

» *Absorption par différents liquides.* — Cette étude sera complétée dès que la saison le permettra, par l'examen de l'absorption exercée par différents liquides. J'expose au soleil deux flacons identiques à faces parallèles qu'on recouvre de papier noir en laissant seulement une fenêtre rectangulaire. On s'assure de l'identité des dégagements gazeux, puis on met devant l'un des flacons une cuve à faces parallèles. Les expériences restent ainsi essentiellement comparatives.

» L'eau n'exerce qu'une absorption insignifiante. Mais le perchlorure de fer est un absorbant énergique; je l'ai vu réduire le dégagement gazeux aux 0,2 environ (dissolution normale de Fe^2Cl^3, sous l'épaisseur de 10^{mm}).

» Quelques expériences préalables avaient été faites avec des tubes placés au centre de bocaux circulaires de $0^m,08$ de diamètre, contenant respectivement de l'air, de l'eau et différentes dissolutions. L'eau accélère alors le dégagement gazeux, parce qu'elle forme lentille cylindrique. En représentant par 1 le gaz dégagé avec l'eau, l'alun (150^{gr} dans 1^{lit}) le réduisait à 0,7; le chlorure de sodium (saturé) l'élevait à 1,2. »

CHIMIE. — *Dissociation du carbonate anhydre d'ammoniaque en présence d'un excès de ses éléments.* Note de M. Isambert, présentée par M. Debray.

« Les gaz qui constituent le carbonate anhydre d'ammoniaque (carbamate d'ammoniaque) s'unissant pour donner ce composé dans un rapport de volumes qui est celui de 1 à 2, il est clair que des excès égaux de l'un

et de l'autre gaz ne doivent pas produire le même effet. En appliquant le calcul à la solution de ce problème, en admettant que la vapeur de ce corps est formée de gaz libres, MM. Horstmann en Allemagne, Guldberg et Waage en Suède, Lemoine en France, ont trouvé que la loi de variation des pressions à une même température devait être donnée par la formule $x^2y = C$, x étant la pression totale du gaz ammoniac et y la pression totale de l'acide carbonique. Cette pression totale est la somme de la tension du gaz libre ajouté en excès et de celle qui appartient au même gaz dans la tension du carbonate anhydre d'ammoniaque, dans les conditions de l'expérience. En particulier, si l'on n'a pas ajouté de gaz libre, p étant la pression de la vapeur dans le vide à la température t, on voit que $C = \frac{4p^3}{27}$; on a donc, entre x et y, la relation

$$x^2y = \frac{4p^3}{27}.$$

» En appelant a la tension du gaz libre ajouté en excès et b celle du carbamate en présence de l'excès a, la formule devient, dans le cas où le gaz ammoniac est en excès,

$$(3a + 2b)^2 b = 4p^3;$$

pour un excès a d'acide carbonique,

$$(3a + b)b^2 = p^3.$$

» Les données expérimentales a et b permettent donc, à une température donnée, de calculer p, que l'on a pu, d'un autre côté, mesurer expérimentalement, et ce calcul permet de juger du degré d'exactitude de la formule.

» M. Horstmann a publié sur ce sujet des nombres que M. Lemoine a reproduit dans son étude sur les équilibres chimiques [1] : malheureusement, ces expériences sont uniquement relatives à un intervalle de température très restreint, de 17°,7 à 21°,8; l'accord entre les valeurs de p observées ou calculées est assez satisfaisant dans le cas où l'acide carbonique domine, mais il n'en est plus de même lorsque le gaz ammoniac est en excès.

» C'est ce qui ressort de l'inspection du Tableau suivant, dans lequel je

---

[1] *Étude sur les équilibres chimiques*, p. 65.

mets en regard les valeurs de p déterminées expérimentalement par M. Horstmann et celles que donne le calcul en prenant pour les valeurs de a et b les nombres publiés par ce savant.

p mesuré expérimentalement.	p calculé.	p mesuré expérimentalement.	p calculé.	p mesuré expérimentalement.	p calculé.
70,9....	67,0	51,2	65,3	50,5	79,3
65,3....	70,0	70,4	63,9	65,3	82,3
66,2....	73,5	65,8	87,5	70,9	67,7
52,6....	56,1	51,2	68,1	66,2	107,4
66,2....	69,1	70,4	52,5	69,9	64,0
72,1....	68,1	51,5	67,0	71,5	89,7
66,2....	70,6	69,9	57,9	64,8	77,7
64,3....	78,3	70,4	63,8	53,0	109,1

» J'ai entrepris de nouvelles expériences, surtout à une température plus élevée, pour chercher si l'accord existe réellement entre les résultats de l'expérience et ceux du calcul. Comme l'équilibre de tension est long à s'établir, j'ai dû employer un appareil capable de maintenir les tubes barométriques à une température constante pendant des jours et des semaines. J'ai fait construire à cet effet, par M. Wiesnegg, une étuve du genre de l'étuve d'Arsonval, munie d'une porte avec glace qui permet de lire du dehors le volume occupé par le gaz dans les tubes gradués et la hauteur du mercure soulevé. Avec cet appareil je n'ai pas observé, dans le courant d'une semaine, au voisinage de 50°, une variation de température supérieure à $\frac{3}{10}$ de degré.

» J'ai opéré simultanément sur cinq tubes divisés en dixièmes de centimètre cube et rangés les uns à côté des autres dans l'étuve. Les parois de ces tubes étaient tapissées de carbonate anhydre d'ammoniaque; placés ensemble dans l'étuve chauffée, ils indiquaient la même tension. L'un d'eux restant invariable, afin de donner la tension dans le vide, les autres ont reçu des volumes mesurés de gaz ammoniac ou acide carbonique. L'expérience donne la pression totale, différence de la hauteur barométrique et de la colonne de mercure soulevée; la mesure du volume gazeux permet le calcul de la pression propre au gaz libre en excès, et la différence des deux données fournit la pression propre au carbonate dans les conditions de l'expérience. Ces données numériques, mises à la place de a et b dans les formules que j'ai indiquées plus haut, m'ont permis de calculer les valeurs de la tension p dans le vide avec les données différentes qui sont fournies par les divers tubes.

» Dans tous les cas, la température a été maintenue constante pendant plusieurs jours, jusqu'à ce que l'identité des mesures effectuées à douze heures d'intervalle ait montré que l'équilibre est atteint. Les valeurs trouvées par l'expérience et celles que fournit le calcul sont contenues dans le Tableau suivant :

Température.	Tension p. Expérience.	p calculé. Excès $12^{cc},9\,CO^2$.	Excès $6^{cc},1\,CO^2$.	Excès $6^{cc},0\,AzH^3$.	Excès $11^{cc},4\,AzH^3$.
°	mm	mm	mm	mm	mm
34..........	169,8	170,4	164,5	166,8	181,3
37,2........	211,0	210,8	204,6	205,9	215,5
39,1........	234,1	234,4	228,5	229,4	236,9
41,8........	269,4	271,7	267,7	265,6	274,5
42,5........	288,3	289,2	284,2	286,2	291,9
43,9........	313,8	314,5	311,8	313,5	318,4
46,9........	375,7	375,3	372,0	375,6	378,3
50,1........	453,8	452,9	452,2	454,1	455,0
52,6........	526,2	523,5	522,3	523,8	526,2

» La concordance entre ces diverses valeurs de p est très satisfaisante; sans être considérables, les différences restent généralement de même sens pour une même colonne, ce qui semble indiquer qu'elles ont pour cause l'erreur que l'on a pu commettre sur la mesure du volume; une erreur de $\frac{1}{100}$ dans la mesure du volume suffit, en effet, pour changer notablement la valeur de b et par suite celle de p.

» Ainsi l'expérience vérifie les lois établies théoriquement en admettant la décomposition au moment de la vaporisation, et ces mesures confirment le fait de cette décomposition que j'ai établie précédemment par la compressibilité de cette vapeur.

» Dans cette dissociation d'un corps solide donnant naissance à deux éléments gazeux, l'équilibre peut être obtenu de diverses manières, la pression étant minimum quand les gaz sont dans le rapport de 1 à 2; elle est d'autant plus grande que l'un des gaz composants est ajouté en proportion plus grande. »

CHIMIE. — *Sur la fusibilité des sels. Azotates.* Note de M. E. **Maumené.**

« Les azotates de BaO et PbO ne peuvent être fondus ni l'un ni l'autre Mais, lorsqu'on les place, en petits cristaux, au-dessus d'une masse d'azotate de KO, ou NaO, ou d'un mélange, on peut obtenir leur fusion complète sans aucun dégagement d'oxygène ou de AzO^4 et, en un mot, sans

décomposition. Il faut seulement couvrir le creuset en platine (ou la capsule) avec un creuset de même métal, et placer le vase à fusion dans un deuxième vase en platine, couvert, où puisse être recueillie la petite quantité d'azotate que la décrépitation projette au dehors du premier. Cette précaution est surtout nécessaire avec l'azotate de plomb.

» Lorsque la fusion est obtenue, il est facile de recueillir les petites quantités projetées entre les deux vases; on les restitue à la masse contenue dans le vase à fusion et l'on étudie, dans ce vase seul, la marche de la température. L'AzO^5BaO, fondu avec l'AzO^5NaO à équivalents égaux, ne donne pas un grand abaissement du point moyen; on ne peut observer ce point avec le thermomètre à mercure. Il est au moins à 370°.

» A poids égaux, l'abaissement du poids moyen est très notable. Le calcul indique 374° (en admettant au moins 450° pour l'AzO^5BaO). L'expérience donne :

Premiers cristaux à	+ 322°
Solidification	+ 288°

» L'abaissement est de 52° au moins (premiers cristaux), de 86° à la solidification.

» L'AzO^5PbO, fondu avec l'AzO^5NaO à poids égaux, présente un liquide très transparent, où la solidification commence, non seulement aux bords circulaires de la masse, mais au fond, par places où apparaissent des cristaux laiteux qui s'étendent en amas réguliers, elliptiques ou semblables aux feuilles lancéolées, etc.

» Le thermomètre offre un point fixe à 282°. Le calcul indique 374° (encore en admettant 450° pour AzO^5PbO). Il y a donc abaissement d'au moins 92°.

» Si l'on fait fondre des poids égaux d'AzO^5KO, AzO^5NaO, AzO^5PbO, le mélange n'est pas transparent comme celui dont nous venons de parler; la solidification a lieu seulement à 259°; calcul, 358°; abaissement, 99°.

» L'azotate d'ammoniaque AzO^5HO, H^3Az (je ne discute pas cette formule) peut être dissous dans les autres azotates et produit des résultats dignes d'attention.

» Chauffé seul, l'AzO^5HO, H^3Az fond à + 153° et se solidifie à 135° [1]. Sa décomposition sous 760^{mm} commence à 212° (dégagement d'AzO).

» Si dans l'AzO^5KO et AzO^5NaO à poids égaux (ou dans leur mélange à équivalents égaux, conseillé par M. Étard), on verse d'abord un poids

---

[1]) La fusion avait été indiquée *vers* 152° (M. BERTHELOT, *Comptes rendus*).

d'AzO^5HO, H^3Az égal à celui de l'un des deux autres, on voit de suite l'indice d'un abaissement de température. L'AzO^5HO, H^3Az fond sans dégager trace de vapeur, ni bien entendu d'AzO; le thermomètre s'abaisse, et l'on obtient un liquide très fluide, très transparent, laissant distinguer, non seulement le thermomètre, mais le fond du creuset en platine, comme si ce vase renfermait de l'eau. Les premiers cristaux se forment à + 144°.

» Le point fixe apparaît vers 137° ou 136°; le calcul indique 259°; donc, abaissement de 123° à la solidification.

» Si l'on ajoute dans le même mélange une quantité d'AzO^5HO, H^3Az égale à la première, afin de rendre le poids de ce sel égal à celui des deux autres azotates réunis, la fusion est encore très facile; le liquide ne laisse pas former de cristaux avant 125°; le point fixe, très net, est à 122°.

» Le calcul rapporté directement aux trois azotates indique 233°; l'abaissement est donc de 111°.

» On peut fondre le mélange à poids égaux de l'AzO^5HO, H^3Az avec chacun des azotates dont il vient d'être parlé, par exemple avec AzO^5, NaO. Il suffit de pulvériser finement les deux azotates et de les mêler soigneusement : on les jette ensuite, par petites portions, dans le vase en platine, où l'on voit le mélange devenir liquide sans production de vapeurs du sel ammoniacal, à plus forte raison sans dégagement de gaz; le liquide est presque transparent.

Premiers cristaux à................	135°
Point fixe à......................	114,5
Calcul...........................	225,5
Abaissement......................	111

» Le mélange peut être employé très avantageusement pour la dessiccation de toutes les matières auxquelles on ne veut pas appliquer plus de 120° ou 125° de chaleur. Une masse un peu notable peut être très aisément maintenue de 115° à 120° pendant de longues heures; il est donc on ne peut plus facile de laver tous les objets plongés dans ce bain salin; il a même le défaut de sa qualité : il est déliquescent; on est averti, même de loin, d'une surchauffe très légère. Les fumées du sel ammoniacal ne se produisent qu'a une température de 200°.

» Le mélange avec l'AzO^5, KO seul ne se produit pas tout à fait aussi aisément que celui dont nous venons de parler. Si les sels ne sont pas en poussière, on observe une perte de 5 à 10 pour 100 de l'azotate ammoniacal.

Le point fixe est à.......	230° à peu près.
Calcul.................	240
Abaissement...........	10, pas plus.

» L'azotate de manganèse, facilement décomposable avec dépôt de MnO^2, comme on sait, peut cependant être fondu sans altération dans le mélange d'azotate de soude et d'azotate d'ammoniaque. Le mélange des trois sels peut être porté à 140° sans que la plus petite quantité de MnO^2 soit éliminée; il redescend jusqu'à 76° sans être entièrement solidifié. Si l'azotate de manganèse n'est pas parfaitement sec, il reste du liquide, même vers + 15°.

» L'azotate de strontiane, comme celui de baryte, ne peut être fondu sans décomposition, mais, mêlé avec son poids du mélange des azotates de potasse et de soude (à poids égal) il fond, reste intact; le mélange, à peine refroidi, laisse voir un dépôt assez épais, même à 295°, descend à 237° où la partie liquide commence à cristalliser, mais n'est entièrement solidifiée qu'à 214°. Pendant la fusion, une petite quantité d'oxygène est dégagée, une allumette se rallume, mais il n'y a pas de vapeur rouge, et le poids total des sels n'est pas diminué. La flamme de l'allumette est jaune.

» Il résulte des observations qui précèdent un moyen de remplacer entièrement les bains d'huile, puisque le mélange des azotates alcalins avec l'azotate d'ammoniaque peut fondre à 122° ou même à 114°,5, et avec l'azotate de manganèse à 76° ou 80°.

» Ce résultat peut encourager la continuation de nouvelles études : je me propose de les faire et d'étendre encore, s'il est possible, la portée du service rendu par M. Étard. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydronicotine et l'oxytrinicotine.* Note de M. **A. Étard**, présentée par M. Cahours.

« I. Parmi les rapprochements de formules qu'on peut faire entre la nicotine et les alcaloïdes plus simples de la série pyridique, le premier qui se présente à l'esprit consiste à regarder cette base comme une sorte de pipéridylpyridine. On conçoit, en effet, qu'une base de la formule de la nicotine puisse résulter de la réaction de la pipéridine sur une bromopyridine, dans le sens de l'équation suivante :

$$C^5H^4BrAz + C^5H^{11}Az = C^{10}H^{14}Az^2, HBr.$$

» Si la nicotine contenait ainsi un noyau pyridique non saturé, on pouvait espérer y fixer de l'hydrogène pour compléter la saturation.

» On peut en effet préparer une hydronicotine en opérant comme suit :

» Dans une série de tubes de verre très résistants on introduit un mélange contenant, pour chaque tube, 5gr de phosphore rouge, 5gr de nicotine et 60gr d'acide iodhydrique fumant. Ces tubes sont chauffés deux par deux à 260°-270° pendant dix heures.

» La moitié des tubes environ résiste à la pression produite, et ces tubes renferment, outre de l'hydrogène, un corps cristallisé, vraisemblablement un periodure, qu'on décompose par la potasse afin de mettre les bases qui y sont contenues en liberté. On sépare les bases huileuses par la distillation fractionnée qui permet d'isoler très simplement un peu d'hydrocollidine, bouillant à 205°, de la nicotine bouillant à 244°, puis enfin une nouvelle base bouillant à 263°-264° et donnant à l'analyse les résultats suivants :

	Expérience.	Calcul.
C	72,60	73,1
H	9,60	9,7
Az	17,80	17,2

» Ces nombres peuvent se traduire par la formule $C^{10}H^{16}Az^2$ d'une hydronicotine, différant de la nicotine par H^2 en plus.

» L'hydronicotine $C^{10}H^{16}Az^2$ est une substance huileuse, bouillant à 263-264°, d'une densité de 0,993 à 17°. Elle est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, en toutes proportions; son odeur est faible.

» L'hydronicotine est lévogyre; le pouvoir rotatoire de cette base et celui de la nicotine ont été pris comparativement avec des solutions aqueuses renfermant 13,7 pour 100 de matière active.

Nicotine $[\alpha]_D$	73° 6
Hydronicotine $[\alpha]_D$	15°40

» On sait que le pouvoir rotatoire de la nicotine diminue avec la dilution. Les acides dissolvent l'hydronicotine avec dégagement de chaleur, les alcalis précipitent la base.

» Le chlorure de platine précipite les solutions, même très étendues, d'hydronicotine à l'état de chloroplatinate cristallin, jaune clair, qui se distingue et se sépare facilement du chloroplatinate de nicotine, fort

soluble. Ce chloroplatinate perd 1^{mol} d'eau dans l'air sec; son analyse donne :

		Calculé.
C	20,00	20,3
H	3,50	3,3
Pt	33,56	32,8
H^2O	3,40	3,0

nombres correspondant à la formule

$$C^{10}H^{16}Az^2, 2HClPtCl^4 + H^2O.$$

» Le chlorhydrate d'hydronicotine ne précipite pas le chlorure d'or; il est aussi sans action sur les sels ferreux et ferriques, sur le bichlorure de mercure et le bichromate de potasse en solutions étendues et froides.

» L'acide iodhydrique sous pression est le seul corps qui m'ait permis, jusqu'à présent, de fixer de l'hydrogène sur la nicotine.

» II. La nicotine, soumise à l'action de divers réactifs oxydants, donne des résultats différents : je me bornerai à faire connaître ici la manière dont cette base se comporte avec l'oxyde mercurique.

» Dans de la nicotine, maintenue à 240° (point d'ébullition 244°), on ajoute, par petites portions, de l'oxyde mercurique ordinaire. Chaque addition d'oxyde provoque une vive réaction; il se forme de l'eau qui se dégage et du mercure métallique qui s'accumule au fond du verre. Lorsque la nicotine, soumise à ce traitement, est devenue épaisse et brune, on laisse refroidir et l'on dissout la matière dans de l'acide chlorhydrique étendu. On sépare par filtration le mercure et ses composés insolubles; puis, après avoir fait réagir l'hydrogène sulfuré, on filtre encore pour séparer le sulfure de mercure formé. Ces traitements fournissent un liquide ayant la couleur du café noir et donnant avec les alcalis un précipité brun, floconneux, à fonction basique, toujours de la même composition.

» Ce précipité renferme, après lavage et dessiccation :

	Expérience.	Théorie.
C	71,5	71,57
H	5,4	5,55
Az	16,7	16,70

» On peut traduire ces nombres par la formule

$$C^{30}H^{27}Az^6O^2;$$

mais, au lieu de cette formule brute, il est préférable d'écrire

$$(C^{10}H^9Az^2)^3O^2,$$

pour rapprocher ce corps de la *thiotétrapyridine*

$$(C^{10}H^9Az^2)^2S,$$

substance que M. Cahours et moi avons découverte et dont nous avons fait connaître les propriétés et les principales réactions.

» On peut considérer les conditions dans lesquelles se forme la base brune, dont je viens de parler, comme analogues à celles où prend naissance la thiotétrapyridine; cette dernière provient de l'action du soufre libre, et l'on peut bien penser que l'oxyde mercurique à 240° se comporte comme de l'oxygène libre en présence d'une matière organique. Je propose de désigner la base noire par le nom d'*oxytrinicotine*.

» Le chlorhydrate d'oxytrinicotine est incristallisable et doué, comme celui de la thiotétrapyridine, d'une saveur astringente. Le chlorure de platine précipite ce sel sous la forme d'une poudre d'un jaune brun renfermant

$$C = 25,5, \quad H = 4,2, \quad Az = 6,0, \quad Cl = 28,4, \quad Pt = 25,9,$$

ce qui correspond sensiblement à la formule

$$(C^{10}H^9Az^2)^3O^2, 2PtCl^6H^2 + 8H^2O.$$

» Plusieurs bases aromatiques, à point d'ébullition élevé, sont oxydées par l'oxyde mercurique, en donnant assez souvent des matières colorantes qu'il n'entre pas dans mes projets d'examiner. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la vitesse relative des transmissions visuelles, auditives et tactiles.* Note de M. **A. Bloch**, présentée par M. Paul Bert.

« Mon travail se compose de trois parties distinctes, comprenant chacune la comparaison de deux sensations : 1° audition et toucher; 2° audition et vision; 3° vision et toucher.

» *Première série.* — Le son, ou plutôt le bruit que j'ai étudié, était produit (à $0^m,40$ de distance de mon oreille) par une lame d'acier, portée sur un pied indépendant, et qui, à chaque tour du cylindre enregistreur de Foucault, venait heurter une épingle collée, à ses deux extrémités, sur la surface de l'instrument, parallèlement à son axe. L'excitation tactile con-

sistait dans l'effleurement d'un doigt de la main par un onglet de baleine amincie, fixé également sur le cylindre, normalement à sa surface.

» Le moment du bruit demeurait toujours le même. Quant au choc de l'onglet de baleine, je pouvais l'avancer ou le retarder en faisant glisser la main le long d'un tuteur placé devant le cylindre.

» Les repères étaient pris, à chaque expérience, sur une bande de papier noirci, et cela au moyen du style d'un tambour à levier de M. Marey, que je faisais jouer, pendant les repos du régulateur, aux instants précis où l'épingle était heurtée et où le doigt était effleuré. Je mesurais la distance entre les repères par les vibrations inscrites d'un diapason de 500 vibrations simples.

» Cela posé, l'expérience consistait à rechercher par tâtonnements dans quelles circonstances d'écartement entre les deux excitations on pouvait constater la simultanéité des deux sensations, auditive et tactile.

» Cette simultanéité ne se manifeste que lorsque le choc sur le doigt précède le son, dans toutes les positions comprises entre $\frac{14}{250}$ et $\frac{5}{250}$ de seconde. J'interprète ce résultat par les effets combinés des durées de transmission et des durées de persistance du toucher et de l'audition.

» En conséquence, je pose les équations suivantes :

$$T + P = \frac{14}{250} + S$$

et

$$T = \frac{5}{250} + S + P',$$

en désignant par T le temps de la transmission tactile, par S celui de la transmission auditive, par P la persistance du toucher et par P′ celle de l'audition.

» J'ai mesuré, par des expériences directes, la durée des persistances. Pour le son, j'ai cherché quel intervalle de deux sons, pareils à celui de la lame d'acier, donnait une seule sensation auditive; pour le toucher, quel écartement de deux onglets de baleine, frappant successivement le doigt, donnait un synchronisme apparent.

» J'évalue P à $\frac{1}{42}$ de seconde et P′ à $\frac{1}{34}$; d'où je puis écrire

$$T = S + \frac{1}{34} \quad \text{et} \quad T = S + \frac{1}{34},$$

chacune des deux parties de l'expérience venant contrôler l'autre.

Seconde serie. — Dans la comparaison des sensations visuelles et auditives, le procédé est le même. L'excitation visuelle était produite par le

passage, devant un tube de $0^m,30$, d'une lamelle de papier métallique, fortement éclairée et donnant $\frac{12}{250}$ de seconde pour durée de la persistance.

» On trouve la simultanéité depuis $\frac{9}{250}$ de seconde, quand le passage lumineux précède le son, jusqu'à $\frac{7}{250}$ de seconde, lorsque le son est premier. De là,

$$S + \frac{1}{84} = \frac{7}{250} + V \quad \text{et} \quad V + \frac{12}{250} = \frac{9}{250} + S,$$

ce qui donne pour moyenne

$$S = V + \frac{1}{72}.$$

» La variabilité des temps de persistance, relativement aux intensités des excitations sensorielles, est considérable. Ainsi, lorsque je substitue un papier blanc à la lamelle métallique, la persistance n'est plus que de $\frac{7}{250}$ de seconde; mais, en tenant compte de la largeur de la bande blanche, qui est de $\frac{3}{250}$ de seconde, j'obtiens le même résultat final qu'au moyen de l'éclair rapide du métal.

» J'ai, en effet, S avant V, simultanéité à $\frac{7}{250}$ de seconde; V avant S, simultanéité à $\frac{7}{250}$ de seconde, ce qui donne, comme précédemment,

$$S = V + \frac{1}{72}.$$

» Les résultats des deux premières séries d'expériences fournissent la valeur de T, fonction de V,

$$T = V + \frac{1}{21}.$$

» Mais, en cherchant directement la comparaison du toucher et de la vision, on a le moyen de contrôler tous les résultats qui précèdent et le bien fondé de la théorie.

» *Troisième série.* — On trouve, en effet, la simultanéité lorsque l'excitation tactile est première, depuis $\frac{16,5}{250}$ jusqu'à $\frac{1}{250}$ de seconde, ce qui, comme résultats, permet d'écrire

$$T = V + \frac{1}{19} \quad \text{et} \quad T = V + \frac{1}{25}.$$

La moyenne $\frac{1}{21}$ trouvée par le calcul est donc très suffisamment exacte, et il est permis de conclure :

» *Des trois sensations étudiées, la vision est la plus rapide; puis vient l'audition dont la transmission dure $\frac{1}{72}$ de seconde de plus que la transmission visuelle; enfin le toucher sur la main, dont la transmission dure $\frac{1}{21}$ de seconde de plus que la transmission visuelle.* »

ZOOLOGIE. — *Sur le système nerveux et la classification des Phyllodociens.* Note de M. G. Pruvot, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le système nerveux des Annélides de cette famille n'a été jusqu'ici que superficiellement étudié et, en particulier, aucun des nerfs de la chaîne ganglionnaire ventrale n'a encore été signalé; leur importance est grande pourtant au point de vue systématique, car l'étude de leur origine et de leur distribution permet seule d'écarter la confusion qui règne encore au sujet des appendices des premiers segments dont le nombre et la situation sont utilisés dans une si large mesure pour l'établissement des coupes génériques.

» Chez la *Phyllodoce laminosa*, les deux *ganglions sus-œsophagiens* sont soudés en une masse unique, légèrement échancrée sur la ligne médiane et qui émet de chaque côté trois nerfs :

» 1° Un *nerf antennaire antérieur*, sortant du bord externe du ganglion;

» 2° Un *nerf antennaire postérieur*, qui naît postérieurement de l'angle externe;

» 3° Émergeant du même point que ce dernier, un *nerf oculaire*, grêle et court, qui se jette dans un petit *ganglion ophtalmique* sur la face supérieure duquel repose l'œil que la masse nerveuse enveloppe presque en entier.

» Les *connectifs œsophagiens* abandonnent les ganglions cérébroïdes au point d'émergence des nerfs antennaires antérieurs et vont se jeter dans deux *ganglions sous-œsophagiens*, allongés transversalement, piriformes et situés dans le troisième segment du corps ([1]). Ils donnent naissance chacun à trois nerfs :

» 1° Le *premier nerf tentaculaire* qui se détache de la base du connectif œsophagien après avoir à l'origine confondu ses fibres avec les siennes;

» 2° Le deuxième nerf tentaculaire, qui sort du ganglion au même point que le connectif et après un court trajet qui ne dépasse pas $\frac{2}{10}$ de millimètre, se divise en deux branches égales destinées aux cirrhes dorsal et ventral correspondants;

» 3° Le *premier nerf pédieux* qui naît du milieu de la face ventrale du ganglion et contourne antérieurement l'extrémité supérieure du muscle

([1]) Contrairement aux descriptions des auteurs, les cirrhes tentaculaires sont dans cette espèce répartis sur trois segments, par 1, 2, 1, et le dernier porte à sa base un petit cirrhe ventral et un mamelon pédieux rudimentaire.

longitudinal latéral pour se rendre au dernier cirrhe tentaculaire après avoir émis deux filets destinés, l'un au cirrhe ventral et l'autre à la rame pédieuse. Au point d'où se détachent ces rameaux secondaires se trouvent quelques cellules nerveuses qui, pour ne pas former de renflement appréciable, n'en représentent pas moins un ganglion de renforcement.

» Les ganglions qui forment la *chaîne ventrale* sont ovoïdes et soudés ensemble sur la ligne médiane, les connectifs courts et assez écartés.

» Du milieu de la face ventrale de chaque ganglion émergent deux troncs nerveux dont le premier très grêle et très court m'a paru se distribuer aux muscles et aux téguments. Le second, *nerf pédieux*, après avoir contourné le muscle longitudinal, traverse un ganglion de renforcement situé superficiellement à la base du pied, puis se rend au grand cirrhe dorsal foliacé en traversant obliquement le mamelon pédieux. Il émet au sortir du ganglion un petit rameau pour le cirrhe ventral.

» Ainsi l'étude des connexions nerveuses nous montre que le segment qui porte le dernier cirrhe tentaculaire ne diffère pas fondamentalement des segments sétigères normaux; le précédent peut sans peine être ramené au même type et le premier segment seul pourrait être considéré comme un segment buccal recevant ses nerfs du connectif.

» Si l'on se borne à l'examen extérieur, le seul possible pour la détermination des espèces, il est établi déjà que le *Phyllodoce lugens* (Ehlers) et la *Ph. Paretti* (And. et Edw.) offrent un mamelon pédieux à la base de la dernière paire de cirrhes tentaculaires. J'y puis joindre la *Ph. laminosa* (Sav.) et l'*Eulalia meniceros* (n. sp.) (1), et alors chez ces espèces le nombre des tentacules serait réduit à trois paires. La *Ph. pallida* (Clap.) et la *Ph. corniculata* (Clap.), auxquelles mes observations me permettent d'adjoindre l'*Eul. microceros* (Clap.), l'*Eul. punctifera* (Gr.), la *Ph. undata* (n. sp.) (2), la *Nothis anguicula* (n. g.) (3), présentent un mamelon pédieux dès le deuxième segment et sont ainsi réduites à une seule paire de tentacules. Ainsi :

» 1° Tandis que les auteurs ne s'accordent pas sur la manière d'envi-

(1) Caractérisée par la forme corniculée et la division en deux articles des antennes antérieures et des cirrhes ventraux du deuxième segment.

(2) Caractérisée par la forme des cirrhes, tant dorsaux que ventraux, qu sont tous semblables, courts et cylindriques, à l'exception des trois premiers dorsaux subulés.

(3) Caractérisée par l'absence de cirrhes dorsaux au troisième segment, la réduction des cirrhes dorsaux typiques et la forme des soies, dont la hampe se termine par une lame élargie en cuilleron.

sager les premiers appendices du corps, il est toujours possible de distinguer les cirrhes tentaculaires en dorsaux et ventraux, le premier représentant un cirrhe dorsal par sa position;

» 2° Les cirrhes ventraux ne peuvent être d'aucun secours pour les coupes génériques, leur changement de forme se faisant insensiblement de bas en haut;

» Il n'en est pas de même des cirrhes dorsaux qui, subulés dans les premiers segments du corps, passent brusquement à une forme plus ramassée ou à la forme foliacée caractéristique.

» Il me semble donc qu'on ne pourra éviter de confusion qu'en retirant toute valeur systématique aux cirrhes ventraux des deuxième et troisième segments et en divisant ainsi les Phyllodociens de nos côtes :

5 antennes : 1° Les 3 premiers cirrhes dorsaux subulés. — EULALIA (*Eulalia*, Sav., *kinbergia*, Quatr., *Eracia*, Quatr., *Eumida*, Malm.);
2° Les 2 premiers cirrhes dorsaux subulés. — ... N ... (*Eulalia incompleta*, Val.?, *Eul. obtecta*, Gr.?)

4 antennes : 1° Les 3 premiers cirrhes dorsaux subulés. — PHYLLODOCE (*Phyllodoce*, Sav., *Lugia*, Quatr., *Carobia*, Quatr.);
2° Les 2 premiers cirrhes dorsaux subulés (à tous les anneaux munis de cirrhes dorsaux). — ETEONE (*Eteone*, Sav., *Ph. Kinbergi*, Quatr.?, *Ph. breviremis*, Quatr.?).
b. Troisième segment sans cirrhe dorsal. — NOTHIS (n. g.).

» Les observations qui précèdent seront développées dans un Mémoire accompagné de planches, et dont les éléments ont été réunis dans les laboratoires de M. de Lacaze-Duthiers, tant à Roscoff qu'à Banyuls. »

BOTANIQUE. — *Sur l'axe des* Œnanthe *et sur les productions anomales en général*. Note de M. **R. GÉRARD**, présentée par M. Chatin.

« L'étude de l'axe des *Œnanthe* m'a fourni différents faits et suggéré des considérations que je crois devoir soumettre à l'appréciation de l'Académie :

» 1° Les racines adventives tuberculeuses de l'*Œnanthe crocata* sont manifestement insérées à l'extrémité de courts rameaux à entrenœuds rapprochés : c'est là un fait peu commun. La jonction des deux organes se fait absolument comme l'union de la tige principale au pivot par l'intermédiaire d'un collet.

» 2° Si l'on cherche à se rendre compte des causes de l'anomalie des racines d'*OEnanthe*, anomalie consistant en faisceaux médullaires, etc., supplémentaires, on est étonné d'arriver à des résultats différents selon le point où porte l'observation.

» La racine est normale à sa base, mais sur un parcours très peu étendu. L'anomalie s'établit par un processus plus ou moins compliqué selon les genres. Chez l'*OEnanthe fistulosa*, les faisceaux libéro-ligneux secondaires se divisent radialement en deux parties, puis celles-ci, contournant les faisceaux ligneux primaires les plus voisins, les entourent en s'unissant à leurs homologues d'un anneau continu formé de bois secondaire, de cambium et de liber secondaire. La racine a perdu son cambium circulaire : elle présente maintenant autant de centres de développement qu'elle possédait de faisceaux de bois primaire. Chez l'*OEnanthe crocata*, chaque massif d'éléments secondaires se divise en quatre segments; les portions latérales avoisinant le bois primaire se comportent comme les faisceaux de l'*OEnanthe fistulosa*, les parties médianes s'avancent dans la moelle et y constituent, en s'y unissant deux à deux, un second groupe de faisceaux anormaux. Dans l'un et l'autre cas, l'anomalie s'explique entièrement par le déplacement du cambium ordinaire.

» Examine-t-on l'apparition de ces divers éléments au sommet de la racine, il faut conclure tout autrement. Après la différenciation des formations primaires apparaît le cambium normal, qui perd bientôt ses caractères en se stérilisant en face des faisceaux libériens primaires. Puis se développe à la face interne du bois primaire un second tissu générateur qui, en se réunissant aux parties restantes du précédent, engendre les faisceaux circulaires externes qui existent seuls chez l'*OEnanthe fistulosa*. Les faisceaux médullaires ne se retrouvent dans la racine adulte de l'*OEnanthe crocata* qu'à une certaine distance du sommet, et ils proviennent de la segmentation des faisceaux externes. Dans le second cas, il faut admettre la formation d'un cambium nouveau. De ces deux manières de voir, quelle est celle à admettre pour expliquer l'origine de l'anomalie? A mon avis, c'est la première, car nous nous trouvons en présence de deux faits entièrement différents. Dans le premier cas, nous assistons à la production de l'anomalie, dans le second au processus suivi par la nature pour assurer sa perpétuation.

» Il y aura donc lieu, lorsqu'on étudiera les formations extraordinaires de la tige et de la racine, de bien distinguer ces deux faits.

» 3° Voici l'application de ces idées à l'étude de la tige de l'*OEnanthe*

crocata. Cet organe présente dans la moelle de certains de ses entrenœuds des faisceaux anormaux dont M. Trécul a expliqué la formation par la différenciation de deux à quatre faisceaux à bois opposés dans une même masse de procambium. C'est là, pour moi, le mode de perpétuation de l'anomalie; voyons maintenant quelle en est l'origine.

» A la base de chaque nœud, les faisceaux normaux se divisent et envoient dans la moelle des segments qui, dans les nœuds supérieurs, sont tous employés à la confection du plancher nodal, tandis que dans les nœuds inférieurs ils n'y entrent qu'en partie. Dans ce dernier cas, les faisceaux non utilisés dépassent le nœud et parcourent, en conservant leur position première, les entrenœuds supérieurs, pour se terminer finalement dans un des planchers plus élevés. Telle est l'origine de l'anomalie. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la propagation des lames produites par l'éruption des volcans de Java (août 1883)*. Note de M. **Bouquet de la Grye**, présentée par M. Faye.

« L'éruption volcanique, qui a modifié si profondément l'hydrographie du détroit de la Sonde, a donné naissance à des lames monstrueuses, dont les ravages se sont étendus sur les parties basses du littoral des îles de Java et de Sumatra. Il m'a paru intéressant de rechercher si, malgré la distance, nous ne pourrions pas retrouver la trace de ces ondulations exceptionnelles sur les courbes de nos marégraphes.

» Nous savions que, lors d'un tremblement de terre ressenti au Japon en 1854, l'effet du raz de marée qui en avait été la conséquence avait été enregistré dans les ports de la côte ouest des États-Unis, et que l'ondulation avait été trouvée de 213 milles de longueur, animée d'une vitesse horaire de 366 milles.

» J'ai examiné les courbes de nos marégraphes et voici les faits constatés :

» Sur les tracés enregistrés au Socoa, la mer est agitée anomalement à partir du 26 août à 15^h; à $16^h 50^m$, le 27, il se produit une surélévation plus forte et les oscillations continuent jusqu'à un maximum dont l'époque est (28 août) $0^h 43^m$. Elles se prolongent ensuite au delà du 29, durant ainsi plus de trois jours. La mer au Socoa, qui est proche des grandes profondeurs de l'Atlantique, transmet d'ordinaire les moindres dénivellations produites à de grandes distances. Il y avait donc là une corrélation apparente avec ce qui était survenu dans l'archipel malais.

» Le niveau de la mer à Rochefort jouit d'une propriété singulière : il oscille quelquefois au moment de la pleine mer et le marégraphe enregistre alors des ondulations qui ne sont pas perceptibles dans les pertuis, c'est-à-dire à l'embouchure de la Charente. On peut dire que Rochefort est beaucoup plus sensible que le Socoa, mais d'une façon intermittente; il n'accuse jamais rien en jusant.

» Or on trouve sur les courbes du marégraphe un maximum très caractérisé le 28 à $2^h 15^m$, et un second à $13^h 15^m$ environ. L'amplitude de ces ondulations est de près de $0^m,30$.

» Le marégraphe du fort Boyard, devant lequel passent les ondes signalées à Rochefort, ne donne rien. Celui de Cherbourg est quelque peu affecté à partir du 26 à 22^h, puis le 27 au moment du plein et à $22^h 15^m$, enfin le 28, à $11^h 55^m$ et à $17^h 15^m$, ces oscillations atteignent $0^m,03$.

» Au Havre, au moment seul de la basse mer, on a les traces d'un mouvement des eaux.

» Le phénomène, inscrit si nettement à Rochefort par des ondulations extraordinaires, venait donc de loin; sans cela, la sensibilité du niveau des eaux eût été partout affectée presque également. Essayons de voir s'il est possible de tirer parti des chiffres accusés à Rochefort.

» Il faut tout d'abord consigner les heures des plus grandes secousses de l'éruption. Les renseignements sur ce point manquent un peu de précision. La première est arrivée dans la nuit du 26 au 27, après minuit disent certaines versions, deux heures plus tard disent d'autres, au moment où un district tout entier s'est effondré. J'ai pris cette dernière heure comme la plus probable; elle devient, en temps moyen de Paris, le 26 à 7^h. La seconde crise paraît s'être produite à 3^h le 27, ce qui devient le 26 à 20^h, temps moyen de Paris.

» D'un autre côté, les heures des deux maîtresses ondes de Rochefort doivent subir deux corrections pour être ramenées au temps moyen de Paris et une troisième pour être rapportées à l'heure où l'onde solitaire est venue frapper la côte de France. On a ainsi les deux époques 28 août $1^h 28^m$ et 28 août $12^h 28^m$; les intervalles respectifs sont de $43^h 28^m$ et de $40^h 28^m$.

» La différence entre ces durées de propagation des ondes provient certainement de l'incertitude des heures des maxima de l'éruption; je prends la moyenne $41^h 28^m$ comme plus près de la vérité, et l'on trouve alors 305 milles comme vitesse horaire de propagation de l'onde.

» La dernière Communication faite à l'Académie nous fournit une date plus précise pour une étape intermédiaire. On a observé à Maurice un raz

de marée le 27 août, entre 2^h et 3^h du soir. En prenant $2^h 30^m$ comme heure probable et en la traduisant en temps moyen de Paris, on a 26 août $22^h 50^m$. On ne peut identifier la cause de ce raz de marée qu'à celle du premier maximum de l'éruption, car l'onde arrive trop peu de temps après le second.

» Nous avons alors deux résultats, l'un seulement approché pour le temps de la transmission entre le détroit de la Sonde et l'île Maurice, l'autre, plus exact, relatif à la seconde partie du chemin parcouru. Au premier correspond une vitesse de 186 milles à l'heure; au second, une vitesse de 362 milles. Nous retrouvons dans ce second chiffre, à 2 unités près, la vitesse de la propagation de l'onde marée, entre le cap et Ouessant (Chazallon). La longueur de l'onde est, à un moment donné, de 376 milles.

» Ces renseignements, provenant de l'étude de quelques courbes, ne peuvent être donnés que comme les prodromes de l'enquête à laquelle je me livre. Il existe, en effet, des marégraphes dans l'Inde anglaise et aux États-Unis; partout ces ondes anomales ont dû être enregistrées. Notre mission du cap Horn fournira également un tracé précieux, et de ces documents résultera certainement une connaissance nouvelle du régime des océans.

» En attendant, je me borne à noter le rôle singulier d'analyseurs que remplissent certains marégraphes pour des phénomènes qui se passent à 12600 milles de nos côtes. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Contribution à la théorie volcanique.* Note de M. **Stan. Meunier.**

« A la suite de vues fournies sur le phénomène volcanique par des considérations de Géologie pure, on accueillera peut-être une hypothèse inspirée par les notions de Géologie comparée, et spécialement par la doctrine de l'évolution sidérale.

» Il me semble, en effet, que le problème de l'alimentation en eau des réservoirs volcaniques peut être rattaché à l'exercice de deux phénomènes normaux de la vie planétaire et dont la réalité est généralement admise : 1° la pénétration progressive de l'eau dans les roches profondes, par suite du refroidissement séculaire du globe ; 2° l'effondrement souterrain de portions de l'écorce, que la contraction spontanée du noyau interne prive de leur appui. Grâce au véhicule solide des roches qui la contient, l'eau d'imprégnation des assises inférieures parvient ainsi brusquement dans les régions chaudes, où sa vaporisation et sa dissociation sont immédiates.

» Le fait, sur lequel M. Faye a récemment insisté, de l'épaisseur incom-

parablement plus grande de l'écorce solide sous les océans que sous les continents, place sur une même profondeur des régions où les roches sont imprégnées d'eau et d'autres dont la température est celle de l'ébullition ou même de la dissociation. Le déplacement progressif des océans, par l'effet des bossellements généraux, doit déterminer des réchauffements de parties précédemment atteintes par les infiltrations, et ces parties, sans changer de profondeur, deviennent ainsi le point de départ de dégagement de vapeur.

» Des crevasses horizontales, aux lieux d'épaississement, auraient pour effet de précipiter brusquement dans la zone de dissociation des blocs imprégnés d'eau, et le résultat serait, à l'échelle planétaire, celui des matériaux humides qui, pénétrant par accident sous les minerais fondus, détermineraient parfois des explosions de hauts-fourneaux. »

M. L. **Hugo** adresse une Note sur quelques analogies de la surface de Riemann S.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 novembre 1883.

Préfecture du département de la Seine. Direction des travaux de Paris. Commission technique de l'assainissement de Paris. Procès-verbaux, rapports et résolutions. Paris, Imp. Chaix, 1883; in-4°. (Deux exemplaires.)

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel; t. XIII. Neuchâtel, 1883; in-8°.

Cours d'exploitation des mines; par M. Haton de la Goupillière; t. I. Paris, Dunod, 1884; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Etude sur la lampe de sûreté des mineurs; par M. J.-B. Marsaut. *Lampe Marsaut.* Alais, Imp. Brugueirolle, 1883; in-8°. (Présenté par M. Daubrée pour le concours Montyon, Arts insalubres.)

De la dermatose de Kaposi (Xeroderma pigmentosum); *par* E. Vidal. Paris,

G. Masson, 1883; br. in-8°. (Présenté par M. Gosselin, pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Projet de pisciculture industrielle; par J. BARRAS. Paris, Association ouvrière, Dumont directeur, 1883; br. in-8°.

Le monde physique; par AM. GUILLEMIN; 19e série, liv. 182 à 191. Paris, Hachette et Cie, 1883; gr. in-8° illustré.

Exploration des terrains tertiaires de Thenay; par A. MAITRE. Paris, J. Baer, 1883; br. in-8°.

Osservazioni meteorologiche orarie ottenute da strumenti registratori durante l'anno 1881, rilevate e calcolate da C. FORNIONI. Milano, U. Hoepli, 1883; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 19 novembre 1883.)

Page 1029, dernière ligne, *au lieu de* $-Z$, *lisez* $-z$.
» » » *au lieu de* l'exposant $\frac{3}{8}$, *lisez* $\frac{3}{2}$.
» » ligne 13 en remontant, *au lieu de* de la molécule, *lisez* de la vitesse de la molécule.
Page 1030, ligne 5, *ajoutez :* en un point dont l'ordonnée z est fort grande.
» » formule (3), *au lieu de* r^2, *lisez* r^3.
» » » (4), *mettez* $\frac{rdr}{r^3}$ après $\int$.
» 1106, après les formules (9), *au lieu de* d'où, *lisez* d'où, vu $a = c\sqrt{3}$.
» 1107, 2e ligne de la formule (11), *au lieu de* $\frac{z^2}{R^2}$, *lisez* $\frac{v^2}{R^2}$.
» » 2e ligne de la formule (12), *au lieu de* $4X^2$, $4Y^2$, *lisez* $4X^2x^2$, $4Y^2y^2$.
» » ligne 3 en remontant, *au lieu de* R_3, *lisez* R^3.
» 1108, ligne 2, *au lieu de* $S\frac{A}{A^3}$, $S\frac{X^3 A}{R^5}$, $S\frac{Y^2 R}{R^5}$, *lisez* $S\frac{A}{R^3}$, $S\frac{X^2 A}{R^5}$, $S\frac{Y^2 A}{R^5}$.
» » formule (17), *au lieu de* $\int^{\infty}$, *lisez* $\int_{R_0}^{\infty}$.
» 1109, ligne 2, *au lieu de* m, *lisez* m.
» » » 5, *au lieu de* a forme carrée, *lisez* a si la base est carrée.
» 1110 11, *au lieu de* (9), *lisez* (9) et (10).
» » formule (23), *au lieu de* $X^2 - Y^2$, $X^2 - Y^2$, *lisez* $X^2 + Y^2$, $X^2 + Y^2$.
» » ligne 4 en remontant, *supprimer* ou (18).

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 DÉCEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Faye**, en présentant, au nom du Bureau des Longitudes, le 207e Volume de la *Connaissance des Temps* (pour l'an 1885), s'exprime ainsi :

« Depuis plusieurs années cette publication a atteint, sous la direction de notre savant Confrère, M. Lœwy, le degré de perfection que réclamaient de plus en plus les progrès de la Science et ses applications journalières à la Géographie et à la Navigation. Ce Volume contient néanmoins quelques données nouvelles qu'il est bon de signaler. C'est d'abord, dans le Chapitre des étoiles fondamentales, l'addition de six étoiles circumpolaires australes, dont les positions, calculées de jour en jour, étaient vivement désirées par les observateurs de l'autre hémisphère. C'est ensuite, dans le Chapitre consacré à la Lune, les coordonnées de cet astre calculées, non plus seulement d'heure en heure pour le méridien de Paris, mais encore pour son passage à vingt-quatre méridiens équidistants, ce qui permettra aux observateurs situés en un point quelconque du globe d'obtenir exactement les éléments relatifs au passage par leur méridien au

moyen d'une interpolation des plus simples, en prenant pour facteur constant les minutes et secondes de leur longitude. »

M. H. Resal, en présentant à l'Académie un Ouvrage qu'il vient de publier sur la *Physique mathématique*, ajoute :

« Mon but a été de grouper, tout en cherchant à simplifier les démonstrations, les connaissances que nous possédons sur ce sujet, à l'exception de la thermodynamique qui est entrée dans le domaine de l'enseignement, de la théorie de la lumière qui constitue un corps de doctrine spécial, et de la transmission de la quantité de travail par l'électricité, question dont la solution n'est pas encore complètement mûre.

» En résumé, je me suis occupé de l'électrodynamique, de la capillarité, de la chaleur, de l'électricité, du magnétisme et de l'élasticité.

» Je crois avoir introduit dans ce recueil quelques théorèmes nouveaux et quelques questions nouvelles sur lesquelles je ne crois pas devoir insister. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'heure universelle proposée par la Conférence de Rome.* Note de M. Faye.

« Lorsque les chemins de fer s'établirent sur notre territoire, on comprit immédiatement qu'il fallait adopter, pour le service de ces voies nouvelles, une heure uniforme, celle de et Paris ; même on aurait bien dû, comme je l'ai proposé il y a trente ans, la rendre obligatoire, par une loi, pour toute la France, à titre d'heure légale et unique.

» Aujourd'hui, les chemins de fer franchissent les limites des États, s'unissent les uns aux autres aux frontières et tendent de plus en plus à s'étendre de l'extrême ouest vers l'extrême orient. Aussi le même besoin d'une heure uniforme, employée concurremment avec l'heure locale de chaque pays, commence-t-il à se manifester, non plus pour un réseau, mais pour les réseaux du monde entier.

» La Télégraphie électrique est venue jeter dans la balance le poids de ses exigences particulières ; les grands centres de commerce recevant à tout instant des avis de toute nature, des ordres de vente, d'achat, etc., provenant de toutes les parties du monde, ont senti également, et même avec plus de force, le besoin d'une heure uniforme pour parer à la diversité des heures et des dates locales.

» C'est le Gouvernement des États-Unis qui, dans un intérêt tout à fait pratique, a pris l'initiative d'une proposition à ce sujet. Il a demandé aux autres États s'ils agréeraient qu'une Convention se réunît à Washington pour décider la question de l'heure universelle. Mais on n'a pas tardé à comprendre que la question n'est pas tout à fait aussi simple que l'unification des heures sur le territoire restreint d'une nation quelconque. Aussi le Gouvernement français a-t-il eu raison de consulter l'Académie, qui lui a conseillé d'accepter la convocation des États-Unis, tandis que le Sénat de Hambourg demandait de son côté l'avis de l'Association géodésique internationale.

» Entre temps, des savants dont on ne saurait méconnaître la hauteur de vues ont pensé qu'il fallait profiter de cette occasion, offerte par les besoins de la pratique, pour remettre sur le tapis d'autres questions analogues d'intérêt international, à savoir : 1° l'unification des méridiens de départ pour la Géographie et la Navigation; 2° la propagation du système métrique auquel manque l'accession définitive de quelques grandes puissances. Sur leur avis, la Conférence géodésique qui s'est réunie à Rome en octobre dernier [1], avec l'appui hautement bienveillant et courtois du Gouvernement italien, a ajouté toutes ces questions à son programme habituel.

» Rien de plus sage et de plus pratique que les décisions qui ont été prises en cette occasion par la Conférence. Quelques détails seulement, relatifs à l'heure universelle et à la numération des méridiens, me semblent offrir des difficultés ou appeler des modifications, et comme la discussion restera ouverte jusqu'à ce qu'une Convention diplomatique ait statué, je demande à l'Académie la permission de signaler ici les changements de détail qui me paraissent nécessaires.

» La Conférence propose d'adopter, pour l'heure universelle, non pas l'heure civile, mais l'heure astronomique de Greenwich. Elle prescrit de compter les longitudes de 0 à 24^h vers l'est. Elle demande que ses décisions soient introduites et expliquées dans l'enseignement public au même titre que le système métrique.

» Je ferai remarquer d'abord que la formule du beau Rapport adressé à la Conférence par le président et les secrétaires de l'Association géodé-

---

(1) Sous la présidence de M. le colonel Ferrero, chef de la Commission géodésique en Italie.

sique internationale, à savoir :

$$\text{temps universel} = \text{temps local} - (L + 12^h),$$

dans laquelle le mot *temps* désigne à la fois la date et l'heure, et L la longitude comptée à l'est de Greenwich de o à 24^h, formule parfaitement acceptable pour des astronomes et des marins qui ne s'y tromperont pas, n'est pas acceptable pour le public, ni pour les agents des chemins de fer, des télégraphes, des bureaux de commerce, etc. Ces derniers risqueront fort, en l'appliquant, de commettre des erreurs de date.

» Par exemple, le temps local étant, par 18^h de longitude, le 24 novembre à 12^h et, au même instant, par 6^h de longitude, le 25 novembre à 0^h, il faudra, pour calculer le temps universel, retrancher du premier $18^h + 12^h = 30^h$, et du second $6^h + 12^h = 18^h$, ce qui donne le 23 novembre à 6^h et le 24 novembre à 6^h. L'heure est juste, mais les dates diffèrent d'un jour. Or, dans les dépêches, la date est au moins aussi importante que l'heure. Comment des employés ayant à appliquer la règle, ou des maîtres chargés de l'expliquer à leurs élèves se tireront-ils de cette contradiction?

» Elle tient à ce que, dans le système de la Conférence, il faut deux formules au lieu d'une; il faut distinguer si le lieu considéré est à l'est ou à l'ouest.

» 1° *Si le lieu est à l'est :*

$$\text{temps universel} = \text{temps local} - (L + 12^h);$$

» 2° *Si le lieu est à l'ouest:*

$$\text{Temps universel} = \text{temps local} + 1^j - (L + 12^h).$$

» C'est une complication regrettable. Pour l'éviter, il faudrait renoncer à compter les longitudes de o à 24^h, et revenir à l'ancienne convention des astronomes et des géographes. En effet, si l'on dit :

» *Les longitudes se comptent de* o *à* 12^h *positivement vers l'est, et négativement vers l'ouest*, la formule

$$\text{temps universel} = \text{temps local} - (L + 12^h)$$

devient applicable à tous les cas [1].

---

[1] Aujourd'hui le public est familiarisé avec l'emploi des signes + et —. Les joueurs

» Voici un second point plus important. Il serait facile, il me paraît indispensable de simplifier cette formule en supprimant le dernier terme. On aurait alors

temps univ. = temps local — L.

» Cela revient à choisir, pour l'heure universelle, non pas l'heure astronomique de Greenwich, mais l'heure civile, l'heure de tout le monde.

» Si la Conférence de Rome s'est résignée à cette complication, ç'a été sous l'influence prépondérante des astronomes présents qui se proposaient d'introduire aussi l'heure universelle dans leurs éphémérides, leurs calculs et leur correspondance télégraphique, et cela sans avoir rien à changer à leurs habitudes.

» N'est-ce pas là une cause de trouble et de confusion? Les astronomes et les marins sont habitués à se servir de l'heure astronomique plutôt que de l'heure civile, mais cette distinction est inconnue du public, qui n'en a jamais eu et qui n'en aura jamais besoin [1].

» Voici une seconde raison non moins frappante. Si l'on adopte le système de la Conférence, c'est-à-dire l'heure astronomique de Greenwich, il y aura désaccord aussi complet que possible entre l'heure locale et l'heure universelle, surtout dans la partie la plus peuplée du globe. Ainsi, en Angleterre, en France, dans une partie de l'Espagne, en Belgique, en Hollande, dans une partie de l'Allemagne et de l'Italie, l'heure universelle sera

---

et même les joueuses de whist emploient journellement ces signes dans le décompte de leurs profits et pertes. Tout le monde sait que si un nombre est affecté du signe —, la soustraction se change pour lui en une addition. Ainsi retrancher une perte de 10^{fr} ou -10^{fr} de l'actif d'un joueur, revient à ajouter 10^{fr} à cet actif.

On objectera peut-être que, dans les pays traversés par le premier méridien, des lieux très voisins, d'un kilomètre par exemple, pourraient avoir des longitudes de signes contraires, telles que $+0^h 0^m 1^s$ et $-0^h 0^m 1^s$. Mais cela n'est pas plus incommode que d'avoir pour ces mêmes lieux des longitudes aussi disparates que $0^h 0^m 1^s$ et $23^h 59^m 59^s$.

En réalité, l'habitude des astronomes est de compter les longitudes négativement à l'est. En ce cas on changerait le signe de L dans la formule précédente.

[1] Elle est même si peu nécessaire aux astronomes que ceux-ci avaient adopté en France l'heure civile à l'époque où le calendrier républicain fut institué (il fait commencer l'année au minuit qui précède l'instant de l'équinoxe d'automne). Voyez, à ce sujet, la *Mécanique céleste* et les Tables astronomiques publiées par le Bureau des Longitudes, jusqu'en 1828, époque où parurent les belles Tables de la Lune de Damoiseau; on y lit encore : « *L'origine du temps est fixée au* 1er *janvier* 1801, *au minuit de Paris*. Il est peut-être fâcheux que les astronomes n'aient pas persévéré. »

à peu près minuit en plein midi. Sans doute ces deux heures s'accorderont quelque part, mais ce sera au beau milieu de l'océan Pacifique, où il n'y a personne.

» Au contraire, en adoptant ma proposition, l'heure universelle serait identiquement l'heure civile en Angleterre, celle des chemins de fer. Il en serait de même en France et en Algérie à 9 minutes près. Il en serait de même dans une bonne partie de l'Europe à une demi-heure près, et ainsi de suite.

» Si notre pays conserve le méridien de Paris, qui se rattache chez nous à d'immenses travaux, à des traditions séculaires, et qui fait partie, pour ainsi dire, de l'individualité scientifique de la France, ce méridien ne gênerait en rien l'adoption de l'heure universelle de la Conférence. Après avoir calculé l'heure de Paris par la formule

$$\text{temps de Paris} = \text{temps local} - \text{L},$$

on aurait tout simplement à se rappeler que l'heure universelle est en retard de 9 minutes sur la nôtre.

» En résumé, je propose les modifications que voici :

» 1° Compter les longitudes de 0 à $+12^h$ vers l'est et de 0 à -12^h vers l'ouest;

» 2° Adopter l'heure civile, au lieu de l'heure astronomique de Greenwich, pour heure universelle;

» 3° Laisser les astronomes et les marins employer à leur gré le temps universel sous la forme civile ou astronomique, c'est-à-dire placer l'origine de leur jour à midi ou à minuit, ce qui ne porte aucun préjudice aux intérêts généraux dont nous nous occupons.

» Bien que je n'aie ici en vue que l'heure universelle, il ne sera peut-être pas hors de propos de toucher, en terminant, aux deux autres questions.

» Un sentiment élevé animait à cet égard tous les membres de la Conférence, et ç'a été un spectacle frappant que de voir les représentants civils et militaires de presque tous les pays civilisés se lever, sous les voûtes du Capitole, pour adresser à l'Angleterre, et par sous-entendu à la France, l'invitation suivante :

» *La Conférence espère que, si le monde entier s'accorde sur l'unification des longitudes et des heures, en acceptant le méridien de Greenwich comme point de départ, la Grande-Bretagne trouvera dans ce fait un motif de faire, de son*

côté, un nouveau pas en faveur de l'unification des poids et mesures, en adhérant à la Convention du Mètre du 20 mai 1875. »

MÉCANIQUE. — *Remarques relatives au problème dit des deux chaînes, proposé par M.* Piarron de Mondésir. Note de M. **H. Resal.**

« Dans la séance du 22 octobre 1883, M. de Mondésir a présenté une Note dont voici, à peu près, le résumé :

» 1° *Un fil* (dont la masse est négligeable) passe sur une poulie *dont le centre est* O *et le rayon* ρ. *Les extrémités du fil sont respectivement attachées à deux chaînes pesantes* (A) et (A'). *A l'instant initial, la première de ces chaînes est entièrement massée sur un plan horizontal* (P), *tandis que l'autre, partiellement massée sur le même plan, produit le mouvement.*

» *Déterminer la loi du mouvement, abstraction faite de l'inertie de la poulie et des résistances passives.*

» 2° *Le principe du travail virtuel est-il applicable à ce problème?*

» La Note de M. de Mondésir a été renvoyée à la Section de Mécanique, qui a cru devoir s'en remettre à mon appréciation personnelle, en se dégageant de toute responsabilité. C'est à ce point de vue que je vais me placer. Qu'il me soit d'abord permis de rappeler que M. de Mondésir est un ingénieur éminent, bien connu dans le corps des Ponts et Chaussées et notamment pour ses travaux, devenus classiques, sur les poutres droites. Je reviens à la question dont il s'agit :

» Avant de l'aborder, j'ai cru devoir faire quelques expériences sur le *massement* (si l'on peut s'exprimer ainsi) d'une chaîne en or d'un petit diamètre, à maillons articulés très petits, et par suite d'une grande souplesse. En prenant toutes les précautions qu'on a le droit d'exiger, les massements ont affecté des formes bien diverses, ce qui s'explique par l'instabilité du système relativement à son contact avec (P); la cause la plus secondaire, indépendante de la volonté de l'expérimentateur, influe considérablement sur les formes spiraloïdes du massement; quand la chaîne, massée partiellement, est soulevée, elle ne reste pas rigoureusement verticale; les spiraloïdes supérieurs entrent en mouvement et le frottement annihile sur une certaine étendue la propagation du mouvement.

» Pour résoudre le problème proposé, au point de vue de la Mécanique rationnelle, il faudrait concevoir que chaque chaîne fût guidée dans la région de (P) par un tuyau à embouchure verticale dont la paroi inté-

rieure serait assez polie pour ne pas donner lieu à un frottement appréciable; mais alors l'application du principe du travail virtuel et de celui des forces vives qui en est une conséquence n'est pas discutable. Dans ces conditions, l'idée des *masses variables en mouvement* de M. de Mondésir (*Dialogues sur la Mécanique*, p. 93 et suiv., 1870) n'aurait pas de raison d'être.

» Toutefois je vais reprendre l'hypothèse de M. de Mondésir, consistant à admettre que le massement reste en repos (ce qui implique l'intervention du frottement entre les parties spiraloïdes plus ou moins superposées), à l'exception de l'élément supérieur qui tend à devenir vertical, tout en répétant qu'il ne s'agit plus ici de Mécanique rationnelle.

» Soient

q, q' les poids de l'unité de longueur de (A), (A');
ρ le rayon de la poulie;
h la hauteur de son centre O au-dessus du plan horizontal;
l la longueur du fil;
z, z' les hauteurs des extrémités supérieures de (A) et (A') au-dessus de (P).

» Il est facile de voir que l'on a

$$(1)\qquad z + z' = 2(h + \pi\rho) - l.$$

» L'équation des forces s'applique, sans restriction, au système des deux chaînes, en supposant nulles les vitesses des molécules des parties massées, et donne

$$\frac{1}{2g}(qz + q'z')\frac{dz^2}{dt^2} = -\frac{1}{2}(qz^2 + q'z'^2) + \text{const.}\frac{C}{2}$$

ou

$$(2)\qquad \frac{1}{g}(qz + q'z')\frac{dz^2}{dt^2} = qz^2 - q'z'^2 + C,$$

» Pour $z = 0$, on a

$$\frac{dz}{dt} = 0,\quad z' = 2(h + \pi\rho) - l;$$

d'où

$$(3)\qquad C = -q'[2(h + \pi\rho) - l]^2.$$

» En remplaçant, dans l'équation (2), z' par sa valeur déduite de la formule (1), le temps s'exprimera au moyen de z par une quadrature.

» Si l'on différentie cette équation par rapport au temps, on trouve

$$(4)\qquad \frac{1}{g}(qz + q'z')\frac{d^2z}{dt^2} + \frac{1}{2g}(q - q')\frac{dz^2}{dt^2} = -qz + q'z'.$$

» C'est l'équation à laquelle devrait conduire le principe du travail virtuel, avec lequel je vais essayer de la faire cadrer.

» La quantité de mouvement (A) est

$$\frac{q}{g} z \frac{dz}{dt}.$$

» Si la masse qz restait constante, l'accroissement infiniment petit de cette quantité de mouvement serait

$$\frac{qz}{g} \frac{d^2 z}{dt^2} dt.$$

» Mais la longueur dz de la partie massée passe brusquement de la vitesse zéro à la vitesse $\frac{dz}{dt}$; il y a donc ici discontinuité. Si l'on estime à sa moyenne valeur la quantité de mouvement correspondant à dz (ce qui est une hypothèse), ou à

$$\frac{1}{2} \frac{q}{g} dz \frac{dz}{dt},$$

l'accroissement total de la quantité de mouvement de (A) sera

$$\frac{q}{g}\left(z \frac{d^2 z}{dt^2} dt + \frac{1}{2} dz \frac{dz}{dt}\right),$$

d'où, pour la force d'inertie, dirigée dans le sens de la pesanteur,

$$\frac{q}{g}\left(z \frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{1}{2} \frac{dz^2}{dt^2}\right).$$

» On trouverait de la même manière, pour la force d'inertie de (A'),

$$\frac{q'}{g}\left(z' \frac{d^2 z'}{dt^2} + \frac{1}{2} \frac{dz'^2}{dt^2}\right).$$

» On aurait ainsi, pour l'équation du travail virtuel,

$$\delta z\left[\frac{q}{g}\left(z \frac{d^2 z}{dt^2} + \frac{1}{2} \frac{dz^2}{dt^2}\right) + qz\right] + \delta z'\left[\frac{q'}{g}\left(z' \frac{d^2 z'}{dt^2} + \frac{1}{2} \frac{dz'^2}{dt^2}\right) + q'z'\right] = 0,$$

et, en remarquant que, d'après la formule (1), on a

$$\delta z' = -\delta z, \quad \frac{dz'}{dt} = -\frac{dz}{dt}, \quad \frac{d^2 z'}{dt^2} = -\frac{d^2 z}{dt^2},$$

on retomberait sur l'équation (4).

» En résumé, M. de Mondésir a fait une hypothèse, j'en ai fait une autre, et finalement nous sommes tombés d'accord. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'inoculation préventive avec les cultures charbonneuses atténuées par la méthode des chauffages rapides.* Note de M. A. **Chauveau**, présentée par M. Bouley.

« Les études que j'ai entreprises et que je continue avec la collaboration de M. Wosnessenski, sur le rôle respectif de la chaleur et de l'oxygène dans l'atténuation des cultures virulentes ([1]), ont démontré l'énorme prépondérance du premier de ces agents et la possibilité de produire, par l'emploi exclusif des chauffages rapides, des cultures atténuées pratiquement utilisables pour l'inoculation préventive. Mais je ne me suis pas étendu sur ce dernier point, mon travail ayant exclusivement pour but de résoudre, au point de vue scientifique pur, l'importante question de l'influence du principal facteur de l'atténuation virulente. Il ne me semblait pas, du reste, très urgent de m'attacher à la question des applications pratiques, en présence des excellents résultats obtenus avec le procédé d'atténuation de M. Pasteur, résultats qui répondent et suffisent à presque toutes les exigences.

» Mais j'aurais méconnu les véritables intérêts de la Science, si j'avais continué à négliger l'étude de l'utilisation pratique de la méthode des chauffages rapides. Les résultats de cette étude, dussent-ils révéler, dans le cas spécial du charbon, une grande infériorité sur les méthodes déjà avantageusement exploitées, ne pouvaient-ils néanmoins fournir d'importants documents, capables d'éclairer la question générale de l'atténuation virulente et des inoculations préventives?

» Depuis le mois de mai 1882 jusqu'au mois de septembre, j'ai inoculé, avec mes liquides de cultures spéciales dont les spores étaient atténuées par le chauffage à $+80^\circ$, un très grand nombre de moutons. Aucun n'a succombé, et, dans tous les cas, je me suis assuré par une troisième culture que ces spores inoffensives avaient conservé toute leur activité prolifique.

» Mais ce qui intéresse surtout, c'est de savoir si ces moutons avaient acquis un certain degré d'immunité, autrement si l'inoculation avait exercé sur eux une influence préservatrice. Le fait n'est pas douteux; il m'a été démontré, à maintes reprises, d'une manière très éclatante, dès le début

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVI, séance des 26 février, 5 et 12 mars, 21 mai 1883.

même de mes expériences, par les résultats d'une seconde inoculation pratiquée avec du virus fort. C'est une épreuve à laquelle je n'ai soumis qu'un très petit nombre de sujets, sept en tout, choisis parmi ceux que la première inoculation avait rendus très sensiblement malades. Or, dans les sept cas, les moutons ont parfaitement résisté à l'action du virus fort.

» Il est certain que tous les sujets n'auraient pas présenté la même résistance; la majeure partie de ceux sur lesquels la première inoculation n'avait produit que des effets aussi légers qu'éphémères aurait, à coup sûr, succombé après l'inoculation d'épreuve; mais le résultat obtenu sur les sujets choisis était assez net pour faire penser qu'il eût été possible de rendre tous les moutons inoculés également réfractaires. C'est le but que je me suis proposé dans mes recherches ultérieures. Pour l'atteindre, j'ai eu recours au procédé dit de la vaccination double, introduit dans la pratique par M. Pasteur. Je n'exposerai pas tous mes tâtonnements pour réaliser les meilleures conditions d'application du procédé. Voici la manière d'opérer qui m'a paru la plus convenable. Au lieu de chauffer en masse tout le liquide dit *vaccinal* contenu dans chaque matras, j'en fais deux parts égales : l'une d'elles seulement est chauffée à $+80°$; l'autre est conservée telle quelle. Celle-ci, avec son atténuation primitive faible, est dans les meilleures conditions pour servir de ce que M. Pasteur appelle le *deuxième vaccin;* celle-là, dont l'atténuation est complétée par le chauffage à $+80°$, sert de premier vaccin.

» L'essai de ce procédé a été tenté sur dix moutons. Après la première inoculation, aucun n'a succombé et n'a même été sensiblement malade. La seconde inoculation, retardée par le fait de diverses circonstances, n'a pu, malheureusement, être faite que deux mois juste après la première; elle ne parut pas éprouver davantage les sujets d'expérience. Cependant l'un d'eux mourut tardivement du sang de rate. Enfin l'opération décisive, l'inoculation d'épreuve avec le virus très actif d'une culture normale, fut pratiquée trois semaines après la seconde vaccination, puis réitérée le sixième jour avec du sang très virulent, répétée enfin une troisième fois toujours avec du sang charbonneux très riche en bâtonnets. Le succès fut complet. Malgré cette accumulation de virus extrêmement actif, les neuf survivants résistèrent tous parfaitement. Ces moutons étaient donc bien en possession d'une immunité parfaite.

» Les résultats si favorables de cet essai donnaient la preuve que la méthode des chauffages rapides pouvait être appliquée avec succès à la pratique des inoculations préventives et méritait d'être étudiée à ce point de

vüe. Cette étude nouvelle, objet de recherches multipliées, m'a permis de déterminer les conditions grâce auxquelles on peut entreprendre avec autant de facilité que de sûreté l'application pratique de la méthode. Je regrette que le défaut de place m'empêche de les indiquer ici.

» Pour compléter ces renseignements, je dirai quelques mots des avantages et des inconvénients pratiques de la méthode.

» Si l'on veut apprécier la valeur pratique d'une méthode d'inoculation préventive, il faut l'envisager au triple point de vue de la facilité d'exécution, de l'innocuité des opérations, de la solidité du résultat poursuivi : la conquête de l'immunité.

» Au point de vue de la facilité d'exécution, on peut affirmer que la méthode est entre les mains de tout le monde : j'entends de toutes les personnes qui sont initiées aux principes élémentaires et à la pratique des cultures virulentes et qui possèdent l'outillage commun, très simple du reste, nécessaire à cette pratique. Je ne crains pas d'affirmer que ceux qui le voudront réussiront partout, aussi bien qu'on le fait dans mon laboratoire, à produire en grande quantité les cultures atténuées destinées à la pratique des inoculations préventives. Il suffira de suivre les indications que j'ai données et qui, toutes, peuvent être réalisées facilement avec une grande précision. Nulle des opérations à faire n'est, à proprement parler, délicate. Une seule, le chauffage des spores à $+80^{\circ}$, nécessiterait un outillage spécial, pour être bien exécutée, si l'on voulait agir à la fois sur bon nombre de ballons.

» Relativement à l'innocuité des inoculations, les faits que j'ai signalés et bien d'autres séries d'expériences dont je n'ai pas parlé, parce que chacune ne comprenait qu'un trop petit nombre de sujets, prouvent que la méthode ne paraît le céder à aucune autre. Je dirais même, si je ne m'étais imposé une réserve systématique, qu'elle possède un avantage particulier. Le vice commun de toutes les cultures charbonneuses fortement atténuées, quel que soit le procédé employé pour les produire, c'est de n'avoir qu'une activité fugitive. Mes propres cultures n'échappent pas à cette infirmité, mais il m'a paru qu'elle y est moins prononcée que dans les cultures préparées par la méthode de M. Pasteur. Un moment même, j'ai pu croire que les cultures chauffées à $+80^{\circ}$ pourraient encore jouer efficacement le rôle de premier liquide vaccinal six semaines au moins après leur préparation. Tous mes essais témoignaient dans ce sens, lorsqu'une dernière expérience, disposée avec le plus grand soin, est venue me démontrer que la seconde inoculation, celle du liquide non chauffé, pouvait tuer alors la moitié des

animaux. On ne peut donc assigner un aussi long terme à la durée certaine de l'activité du premier liquide vaccinal. Il faut ramener cette durée à trente, peut-être même à vingt jours, mais vingt jours bien assurés, par tous les temps, dans toutes les saisons. C'est déjà quelque chose.

» Est-ce au moins une immunité bien solide que celle qui est communiquée au mouton ou au bœuf par ces liquides de culture? Je l'affirme. La méthode, sous ce rapport, peut soutenir avantageusement la comparaison avec toute autre méthode. Cette grande solidité, constatée expérimentalement en maintes circonstances, tient à la grande activité du second liquide, dit *vaccinal;* non chauffé, ce liquide se rapproche beaucoup des virus forts, et ne peut faire autrement que de produire une profonde impression sur l'économie des animaux.

» Naturellement l'emploi de ce virus, relativement peu atténué, expose davantage aux risques de pertes par l'inoculation préventive. Mais il ne faut pas chercher à se faire illusion sur les relations établies entre la solidité de l'immunité et l'innocuité des opérations qui déterminent cette immunité. Ce sont deux avantages qui marchent nécessairement en sens inverse; on ne peut renforcer l'un sans affaiblir l'autre. Rien de plus facile que de faire des cultures atténuées, dont l'inoculation est pour ainsi dire toujours inoffensive; mais alors l'immunité qu'elles confèrent n'est ni très forte ni très durable. Rien de plus facile également que de communiquer aux animaux une excellente immunité, mais à la condition d'employer des virus dont l'atténuation n'est pas assez prononcée pour n'entraîner aucun risque de mort. L'idéal consisterait à conférer l'immunité la plus forte et la plus durable sans s'exposer à perdre des animaux par l'inoculation ou, plus exactement, en s'exposant seulement à des chances de pertes insignifiantes. Je ferai connaître dans une autre Communication le résultat des tentatives que j'ai faites pour obtenir ce résultat. »

M. R. Clausius fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de publier sous le titre « Zur Theorie der dynamoelectrischen Maschinen » (Extrait des *Annalen der Physik und Chemie,* neue Folge, Band XX, 1883).

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats à la place

d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. de la Gournerie.

Cette Commission doit comprendre deux Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques, deux Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques, deux Membres choisis parmi les Académiciens libres, et le Président en exercice.

Les Membres qui ont réuni la majorité des suffrages sont :

Pour les Sciences mathématiques.	MM.	Bertrand, Jamin.
Pour les Sciences physiques.		Boussingault, Daubrée.
Parmi les Académiciens libres.		Larrey, du Moncel.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Tresca, Chevreul, de Lesseps.

MÉMOIRES LUS.

MISSION DU CAP HORN. — *Rapport sommaire sur les travaux de la mission du cap Horn. Observations astronomiques;* par M. H. Courcelle-Seneuil, chef de la Mission polaire établie à la baie Orange.

« Paris, 3 décembre 1883.

» Le lieutenant de vaisseau Weyprecht, de la marine impériale autrichienne, formulait, dès 1875, le projet d'établir plusieurs observatoires dans les régions arctiques et antarctiques, avec le but d'y organiser des observations météorologiques et magnétiques horaires, faites simultanément autour du pôle. Ce projet fut soumis, le 22 avril 1879, au Congrès international de Météorologie réuni à Rome.

» Après en avoir délibéré et reconnu la haute importance scientifique, le Congrès prit sur lui de recommander à tous les gouvernements de donner le secours le plus efficace à de pareilles tentatives et chargea son Comité permanent de provoquer la convocation d'une conférence spéciale, composée de délégués munis des instructions et des pouvoirs nécessaires par les gouvernements qui croiraient devoir participer à l'entreprise.

» A ce moment, une seule expédition se préparait, destinée à la Nouvelle-Zemble, sous les auspices de M. le comte Wilczek et sous le commandement du lieutenant Weyprecht.

» La première Conférence polaire internationale, réunie à Hambourg le 1er octobre 1879, comprenait les délégués de huit États, savoir : l'Alle-

magne, l'Autriche, le Danemark, la France, la Hollande, la Norvège, la Russie et la Suède. La France s'y trouvait représentée par M. Mascart, Directeur du Bureau Central météorologique et délégué du Ministère de l'Instruction publique.

» La Conférence, après avoir élaboré un programme détaillé de l'entreprise entière, posa comme condition d'exécution de celle-ci, qu'au moins huit points de la région arctique seraient occupés, et désigna l'intervalle de l'automne 1881 à l'automne 1882 pour les observations qui devraient être faites en même temps dans toutes ces stations pendant une année.

» Afin d'activer le début des opérations en temps opportun, la Conférence polaire se déclara permanente.

» Elle fit ressortir, dans son programme, l'importance de l'entreprise pour l'établissement de principes généraux et de lois certaines sur la pression de l'air, la répartition et les variations de la température, les courants de l'atmosphère, les régimes climatologiques, le développement des prévisions du temps, l'étude des perturbations dans les éléments magnétiques, la connaissance de la répartition de la force magnétique, de ses changements séculaires et autres; l'étude, avec des instruments très précis et bien comparés, de la répartition de la chaleur et des courants sous-marins dans les régions polaires; dans ces mêmes régions, on devait effectuer, d'après les méthodes les plus récentes, des mesures relatives à la forme de la Terre, et enfin recueillir des observations et des collections dans le domaine de la Zoologie, de la Botanique, de la Géologie, etc.

» Le 7 août 1880, à la deuxième Conférence internationale de Berne, neuf États étaient représentés. Trois États notifièrent leur participation formelle à l'entreprise. Un État notifia sa participation conditionnelle. Deux États notifièrent leur participation probable. Trois États notifièrent leur participation incertaine. Ces trois derniers États, l'Italie, la France et l'Allemagne, déclaraient, par leurs délégués, ne pas pouvoir encore promettre de prendre part à l'œuvre projetée.

» Les observations simultanées furent retardées d'un an et durent commencer à partir de l'automne 1882.

» Le 1er mai 1881, les adhésions étaient en nombre suffisant pour l'établissement de huit stations dans les régions arctiques, et la troisième Conférence polaire put être convoquée à Saint-Pétersbourg, le 1er août 1881. Le Lieutenant C. Weyprecht, créateur et promoteur principal de l'entreprise entière, était décédé plusieurs mois auparavant. Les bases définitives du programme furent arrêtées et la Conférence close le 6 août 1881.

» A ce moment, il devenait vraisemblable que l'Allemagne et la France se rallieraient à l'entreprise projetée. Et de fait, sous l'impulsion de M. le Vice-Amiral Cloué, les études préliminaires avaient déjà été exécutées dans notre pays ; un projet de loi fut présenté aux Chambres pour couvrir les dépenses d'une mission scientifique ; enfin la Commission du cap Horn, chargée par MM. les Ministres de la Marine et de l'Instruction publique d'organiser définitivement l'expédition, prit à cet effet les mesures les plus promptes et les plus efficaces.

» Sous la main ferme de son illustre Président, M. Dumas, et grâce à l'appui de l'Académie des Sciences, les dernières difficultés furent aplanies, les instruments commandés, et la Mission réunie dans les premiers jours de mai 1882.

» L'Académie des Sciences voulut bien faire rédiger, par ses Membres, les instructions qui allaient nous servir de guides dans les recherches de toutes sortes.

» Enfin le Parlement, pensant que la France ne pouvait demeurer étrangère à une œuvre à laquelle la plupart des nations maritimes donnaient leur concours, accorda, le 16 mai 1882, les fonds nécessaires à l'expédition.

» Chacun des Membres composant la Mission du cap Horn eut à répondre, comme observateur, à une responsabilité déterminée par la Commission, en rapport avec la préparation spéciale à laquelle il dut se livrer à Paris, sous les yeux de la Commission. On peut ainsi répartir les instruments et le travail :

» M. le Lieutenant de vaisseau Courcelle-Seneuil eut les observations astronomiques ;

» MM. le Lieutenant de vaisseau Payen et l'Enseigne de vaisseau Le Cannellier, le Magnétisme ;

» M. le Lieutenant de vaisseau Lephay, la Météorologie ;

» M. le Dr Hyades, médecin de première classe de la Marine, les études d'Histoire naturelle, relatives au pays même où la Mission serait établie.

» M. le Ministre de la Marine, dans ses instructions en date du 10 juillet, décida que, à raison du caractère international des observations, l'officier débarqué le plus ancien en grade était chargé d'en diriger l'exécution, conformément au programme arrêté par la Commission du cap Horn, et ferait exécuter, comme il le jugerait convenable, les installations de toutes sortes à terre (observatoires, abris pour instruments, cabanes, etc.). Ce fut ainsi que m'incomba le soin de répartir, entre les observateurs, les moyens, en personnel et en matériel, qui durent être mis à ma disposition.

» Les Rapports que les membres de la Mission vont présenter à l'Académie feront connaître si l'utilisation de ces moyens a été complète.

» Le 16 juillet 1882, tout était embarqué.

» Le 6 septembre 1882, dès l'arrivée dans la baie Orange, île d'Hoste, je fus employé à reconnaître le terrain et à rechercher le meilleur emplacement pour l'établissement de la Mission. Le choix de ce point fixé, les travaux d'installation commencèrent et furent poursuivis sans interruption, pendant les heures de jour et quel que fût le temps, par 5 ouvriers et une trentaine d'hommes de corvée.

» Le 16 septembre, le montage des premiers instruments du magnétisme avait lieu, et le 26 septembre, à midi, les observations magnétiques et météorologiques commençaient.

» Le 11 octobre, les membres de la Mission, accompagnés de M. Sauvinet, préparateur du Muséum, s'établissaient définitivement à terre avec 15 marins.

» Au 22 octobre, la majeure partie de l'établissement achevée comprenait : un observatoire magnétique, un observatoire astronomique, une cabane pour l'appareil de dosage de l'acide carbonique de l'air, une autre cabane pour marégraphe enregistreur, un pont de 30^{m} pour le service de ce marégraphe, un logement pour les officiers avec laboratoire photographique, chambre des baromètres, etc., un logement pour les hommes et ses dépendances, des magasins, enfin le laboratoire d'Histoire naturelle.

» En résumé, malgré les pluies parfois persistantes, malgré des difficultés de terrain assez sérieuses, du 8 septembre au 22 octobre, il a été édifié un établissement dont les différentes parties, collées aux flancs d'une colline abrupte, couvraient 450^{mq}, et reposaient sur près de 200 piliers en bois.

» Dans la période qui suivit, du 22 octobre au 6 décembre, eut lieu l'installation des électromètres, tant enregistreurs que directs, l'achèvement de la mise en service de tous les instruments et enfin les préparatifs ayant trait au passage de Vénus.

» Cette observation, effectuée dans des circonstances de pluie et de vent qui laissaient bien peu d'espoir, fut cependant couronnée de succès.

» Aussitôt, je coopérai de ma personne au service de veille organisé entre les officiers.

» Ce service qui, du 26 septembre 1882 au 1er septembre 1883, fonctionna nuit et jour sans subir d'interruption, comprenait un officier de garde, un timonier pour veiller l'heure des observations et un fonctionnaire pour le service intérieur.

» Dans une période de quatre heures, figuraient régulièrement une série d'observations magnétiques directes, une série d'observations météorologiques, des observations d'heure en heure pour la météorologie, pour les échelles de marées, et parfois de quart d'heure en quart d'heure suivant les circonstances.

» Les hommes de veille eurent ainsi à prévenir pour plus de 20000 époques d'observations périodiques, sans compter les observations à époques variables.

» Quelques belles journées de l'été furent consacrées à parcourir la région avoisinante de la baie Orange dans toutes les directions, aussi loin que possible, et dans la mesure des moyens disponibles. Ces explorations, faites à divers points de vue, eurent fréquemment lieu sous la direction de M. le Dr Hyades et lui procurèrent une certaine partie de ses belles collections d'Histoire naturelle.

» Le second semestre fut plus favorable que le premier pour les observations astronomiques, mais présenta encore beaucoup de neige et de pluie.

» Une quarantaine de culminations lunaires, un millier de passages d'étoiles à la lunette méridienne fournirent une très bonne longitude pour l'emplacement de l'observatoire astronomique, et un certain nombre de données pour le Catalogue des étoiles du ciel austral.

» La méthode Talcott a été suivie pour la détermination de la latitude, en employant 40 paires d'étoiles.

» En novembre 1882, deux séries d'observations, au degré près, d'étoiles filantes furent exécutées avec l'aide des membres de la mission.

» 300 courbes complètes du marégraphe enregistreur, accompagnées d'un millier d'observations directes, fournirent la matière d'études qui n'ont jamais été poursuivies dans ces régions, et permettent déjà de faire connaître quelques faits intéressants.

» Je ne puis terminer cette Note sans rendre à nos dévoués auxiliaires toute la justice qui leur est due.

» M. Sauvinet, le jeune préparateur du Muséum, a traversé les longues heures de la baie Orange, toujours prêt, soit pour le travail professionnel, soit pour les explorations et les recherches les plus pénibles.

» Quant aux marins, ils sont tous revenus en bonne santé, après un long séjour sous un climat humide et froid, eux, jeunes gens, confinés dans un espace restreint : c'est dire qu'ils n'ont cessé, à aucun moment, de travailler. Par suite de leur bon esprit, ils ont conservé, sans rixes ni brutalités,

des relations constantes, pendant plus d'un an, avec cette malheureuse population fuégienne, débris de l'âge de pierre encore présent sur notre planète.

» C'est que tous savaient concourir à une œuvre utile et digne de notre pays.

» Il y a huit ans, M. Weyprecht formait le projet des missions simultanées autour des pôles de la Terre; aujourd'hui l'œuvre est accomplie, et la mission française, l'une des premières de retour au point de départ, vous apporte le résultat de ses travaux. Nous avons l'espoir fondé qu'il répondra à votre attente et nous méritera votre approbation. »

MISSION DU CAP HORN. — *Magnétisme terrestre. Enregistreurs. Photographie.* Rapport sommaire de M. E. PAYEN, lieutenant de vaisseau.

« Le programme qui me fut remis avant mon départ de Paris comprenait : la détermination et l'étude des variations diurnes, mensuelles et annuelles des éléments du magnétisme terrestre, l'intensité horizontale, la déclinaison, l'inclinaison et la composante verticale dans leurs rapports avec les orages, aurores australes, etc., ainsi que la reproduction, par la photographie, de tous les points de vue et des phénomènes intéressants.

» M'étaient confiés tous les instruments enregistreurs du magnétisme comprenant : unifilaire, bifilaire, balance magnétique et horloge, l'électrometre enregistreur avec sa pendule, les appareils photographiques et la conservation des courbes de l'électromètre enregistreur.

» L'appareil employé au cap Horn pour l'enregistrement des variations des éléments du magnétisme, imaginé par M. Mascart, permet d'inscrire sur une même feuille de papier recouverte de gélatinobromure d'argent les variations des trois éléments, déclinaison, composante horizontale et composante verticale, avec une sûreté qui est attestée par les 330 courbes diurnes rapportées du cap Horn.

» L'enregistreur proprement dit se compose d'une horloge à pendule et à poids et d'un châssis photographique qui descend de toute sa hauteur en vingt-quatre heures, faisant ainsi passer la face sensibilisée du papier derrière une fenêtre horizontale sur laquelle tombe la lumière réfléchie par les miroirs des instruments magnétiques. L'un de ces miroirs est fixe et donne une ligne de repère, l'autre fait corps avec le barreau aimanté dont il reproduit les plus petits mouvements.

» La Commission polaire internationale ayant recommandé les observations simultanées, l'enregistrement de l'heure devenait très important.

» Le perturbateur électrique, adapté à la pendule par M. Mascart, m'a toujours donné les meilleurs résultats : un contact électrique ferme toutes les heures, pendant quelques instants, un circuit renfermant une petite pile; le courant passe dans une bobine sans fer placée auprès de chaque instrument; la petite perturbation ainsi produite inscrit l'heure sur le papier.

» A cette disposition j'avais ajouté une clef électrique très simple qui, placée en dehors de la chambre des enregistreurs, permettait d'inscrire le moment précis où étaient prises les observations directes et absolues destinées, par exemple, à déterminer le zéro de mes courbes.

» Le pavillon magnétique, tout en bois et cuivre, fut construit à 50^{m} des habitations, près de la mer, contre une colline boisée qui l'abritait complètement du vent d'ouest; l'intérieur fut garni de feutre sur toutes les faces, afin d'éviter autant que possible les variations de température. Ce bâtiment fut le premier construit et, le 18 septembre, c'est-à-dire douze jours après l'arrivée de la *Romanche* à la baie Orange, je procédais au montage des instruments.

» Après quelques difficultés du début, les instruments ont fonctionné d'une façon très satisfaisante. Je dois ici citer le timonier Pill, mon aide de chaque jour, qui par son dévouement modeste, son attention soutenue, m'a été d'un grand secours dans la manipulation délicate de ces instruments.

» Pour remplir le programme de la Commission polaire, toutes les courbes ont été relevées d'heure en heure au quart de millimètre, ce qui donne comme approximation : 24″ pour la déclinaison, 0,00006 pour la composante horizontale et 0,0001 pour la composante verticale.

» Chaque élément a fourni 7905 observations horaires pour les 8040 heures passées à la baie Orange. Il est nécessaire de remarquer que ce ne sont pas simplement ces observations horaires, mais bien, pour chaque élément, une courbe continue de 7905 heures qui est donnée par les enregistreurs.

» Les observations de la déclinaison, groupées en moyennes horaires mensuelles, donnent lieu aux remarques suivantes :

» L'amplitude diurne augmente régulièrement depuis notre arrivée en septembre jusqu'en décembre, où elle atteint son maximum de 7′40″, puis diminue jusqu'en juin où elle n'est plus que de 2′20″. Elle augmente ensuite jusqu'à notre départ.

» Le maximum diurne de la déclinaison, dont l'époque varie un peu avec la saison, a lieu vers 1^h du soir, le minimum vers $8^h 50^m$ du matin. Les maxima et minima nocturnes ne sont franchement accusés que pendant l'hiver austral; pendant les mois de juin et juillet le minimum de 1^h du matin devient le plus important.

» La courbe des moyennes diurnes fait ressortir la diminution constante de la déclinaison et la plus grande importance des perturbations pendant les mois de l'été austral.

» Ces moyennes, ramenées avec soin aux 300 observations absolues dont M. Le Cannellier parlera dans son Rapport, donnent 4′ comme changement annuel de la déclinaison.

» Les variations de la composante horizontale et de la composante verticale sont de même ordre que celles de la déclinaison.

» Les courbes magnétiques se présentent généralement sous la forme d'une ligne très nette allant graduellement d'un maximum vers un minimum; quelquefois, à la même heure, les trois courbes deviennent tremblées, sinueuses et irrégulières : on est alors en présence d'une perturbation. C'est surtout pour cette étude que les enregistreurs de M. Mascart deviennent de merveilleux auxiliaires; le mouvement le plus petit et le plus rapide étant enregistré, aucune perturbation ne peut échapper à l'observateur.

» Le nombre des perturbations relevées est trop considérable pour qu'il soit possible de les discuter avec quelque détail avant le rapport final. Je dirai seulement que, pendant les 335 jours d'observation, nous avons eu plus de 60 perturbations d'importances très diverses, depuis quelques secondes jusqu'à 20′ (le 20 novembre) pour la déclinaison, avec des durées variables de 4 à 90 heures. La grande perturbation du 16 novembre a été observée aux instruments à lecture directe.

» Des comparaisons entre les perturbations magnétiques et atmosphériques (basses pressions, coups de vent, etc.) ne m'ont jusqu'ici donné aucun résultat; les travaux de Bravais laissent, du reste, peu de doute à cet égard. Il y a eu peu d'orages et aucune aurore australe n'a été observée. Ce phénomène paraît être très rare à la Terre-de-Feu; les missionnaires anglais qui habitent Ooschoowia depuis quinze ans ne l'ont jamais vu.

» La sensibilité des instruments a été déterminée à jour fixe, toutes les deux semaines, au moyen d'un barreau auxiliaire.

» Une attention spéciale a été donnée aux courbes correspondant aux jours termes.

» L'électromètre de M. Mascart, que nous avions au cap Horn, est fondé

sur le même principe que celui de Sir W. Thomson; une aiguille en aluminium, en forme de 8, est suspendue à un double fil de cocon, à l'intérieur d'une sorte de boîte formée par quatre quadrants creux qui sont mis, par paire, en communication avec les deux pôles d'une pile de 20 éléments de Volta, dont le milieu communique au sol; cette précaution donne à l'instrument une symétrie électrique parfaite.

» L'électricité atmosphérique se recueille au moyen d'un mince filet d'eau qui s'écoule d'un grand réservoir en laiton, muni d'un tube métallique de 2^{m} de long; ce tube sort de la pièce par une ouverture ménagée dans la muraille. Le réservoir est placé sur des flacons-isoloirs à acide sulfurique; il est relié à l'électromètre par un fil isolé qui plonge dans un vase en verre, contenant de l'acide sulfurique concentré; dans ce même vase plonge également une tige en platine partant de l'aiguille en aluminium.

» L'enregistreur photographique est semblable à celui du magnétisme déjà décrit; une ligne fixe est due à la réflexion de la lumière sur la face plane d'une lentille plan convexe placée devant l'instrument; une autre ligne est due à la réflexion sur un miroir plan faisant corps avec l'aiguille, qui, en se déplaçant, fait tourner ce miroir et inscrit ses mouvements sur le papier photographique.

» Si l'enregistreur de l'électricité atmosphérique ne nous a pas donné d'aussi bons résultats que celui du magnétisme, cela tient à ce que les nécessités du terrain ont exigé la construction d'une petite cabane supplémentaire, faite avec quelques planches et des caisses d'emballage.

» Cette cabane, forcément placée dans un endroit très découvert et très éventé, n'a donné aux instruments qu'un abri insuffisant contre l'humidité constante et les froids de l'hiver. Mise hors de service par un violent coup de vent dans la nuit du 28 au 29 novembre, elle fut reconstruite plus solidement le 15 décembre par les ouvriers de la *Romanche*. Le 6 mars, une tempête, inclinant la cabane, a tellement secoué les piliers que l'acide sulfurique a été projeté dans l'instrument, qu'il a fallu démonter et nettoyer avec soin, pendant que la cabane était redressée et soutenue par un cordage en fil de fer. Enfin, pendant l'hiver, j'ai trouvé souvent des morceaux de glace dans l'acide sulfurique.

» Pour me conformer aux instructions préparées par la Commission du cap Horn, j'ai relevé heure par heure, en fractions de millimètre, les courbes de l'enregistreur; les 3000 observations horaires ainsi obtenues ont été converties en éléments de Volta, la valeur du millimètre étant déterminée chaque quinzaine.

» La troisième partie de mon programme, la Photographie, ne me fut confiée que bien peu de jours avant mon départ pour Paris. Les bienveillants conseils de M. Bardy, vice-président du Comité d'Administration de la Société française de Photographie, m'ont permis d'opérer utilement dès mon arrivée à la baie Orange.

» Le matériel se composait de deux appareils photographiques, d'un grand nombre de plaques au gélatino-bromure et des produits nécessaires.

» L'extrême sensibilité du gélatino-bromure a permis, en réduisant le temps de pose à un minimum, d'obtenir des photographies d'indigènes qui pouvaient à peine rester immobiles pendant quelques secondes.

» Je rapporte de la baie Orange cent cinquante-sept clichés photographiques que je divise en quatre sections :

» La première contient les vues se rattachant à notre installation à terre ; détails des bâtiments, disposition du marégraphe, etc.

» La deuxième contient trente-quatre vues de paysages donnant l'aspect général de la contrée que nous habitions.

» La troisième comprend quatre-vingts photographies se rapportant à l'Anthropologie; presque tous les Fuégiens qui sont venus à la mission pendant notre séjour à la Terre-de-Feu y figurent soit en groupes, soit isolément ; une dizaine de vues de cases et de pirogues complètent cette partie.

» Enfin la quatrième section, Histoire naturelle, contient des vues se rattachant plus spécialement à la Botanique, la Géologie et l'Anatomie.

» Pour ces deux dernières sections, j'ai suivi les indications de M. le D[r] Hyades pour le choix des sujets, prenant de préférence les Fuégiens mesurés ou moulés par lui. Le Catalogue donnant les noms de tous les sujets permettra de compléter nos études l'une par l'autre.

» J'ajouterai que tous mes Collègues ont tenu à faire de la photographie, aussi bien pour enrichir notre Album que pour se mettre à même de rendre plus tard des services dans un art si utile pour un voyageur.

» Qu'il me soit permis, en terminant, de remercier M. Mascart : ses bons soins, ses conseils bienveillants m'ont permis d'accepter la lourde tâche qui m'était confiée dans l'expédition du cap Horn. »

MISSION DU CAP HORN. — *Rapport adressé à l'Académie des Sciences sur les observations magnétiques faites à la baie Orange;* par M. **Le Cannellier.**

« Dans la mission du cap Horn, j'avais été particulièrement chargé des observations faites aux magnétomètres à lecture directe, ainsi que de la détermination absolue des éléments du magnétisme terrestre.

» L'observatoire de variations, installé à la baie Orange, comprenait un déclinomètre, un bifilaire pour la composante horizontale et une balance pour la composante verticale. En outre, conformément au programme de la Commission polaire internationale, on y avait ajouté un unifilaire à aimants déviants, pour les variations de l'intensité horizontale. Chaque appareil, composé dans sa partie essentielle de deux miroirs, l'un fixe, l'autre mobile, portant un petit barreau aimanté et suivant exactement tous ses mouvements, comportait en plus une échelle graduée en demi-millimètres et une lunette de visée, montée sur un pied à vis calantes.

» Grâce aux instructions et aux nombreuses indications que M. Mascart nous avait fournies avant notre départ, tous les instruments furent montés sans aucune difficulté. Dans le but de faciliter la simultanéité des lectures, les lunettes du bifilaire et de la balance avaient été placées très près l'une de l'autre : l'observateur pouvait, sans se déplacer, lire les indications de l'un ou l'autre de ces instruments.

» Les observations faites par l'officier de service avaient lieu dans l'ordre suivant : *Déclinaison, Composante horizontale, Composante verticale;* aussitôt après, les *températures* indiquées par les thermomètres placés dans l'intérieur de chacun des magnétomètres étaient notées avec soin.

» La série, commencée le 26 septembre 1882, s'est continuée sans interruption jusqu'au 1er septembre 1883, aux époques fixées par la Commission, c'est-à-dire six fois par jour et aux heures correspondant à 2^h, 6^h et 10^h, temps moyen de Gœttingue.

» Les déterminations des coefficients de température ayant été effectuées directement en chauffant la salle des instruments, il sera facile de ramener tous les résultats à une température uniforme, et d'éliminer des variations observées celles qui sont dues aux changements du moment magnétique des barreaux.

» Les lunettes d'une grande puissance permettaient d'apprécier le dixième de division, soit, pour la déclinaison, les dix secondes, et, pour les

deux composantes, les trois cents millièmes. Des comparaisons fréquentes, entre les résultats des enregistreurs et des instruments à lecture directe, ont prouvé qu'il y avait entre les variations une concordance aussi satisfaisante que possible. Pour nous en assurer plus complètement, nous avons multiplié les lectures pendant les mois d'été, où la variation diurne atteignait souvent dix minutes, et surtout pendant les fortes perturbations.

» Le 17 novembre, de midi à 3^h du matin, les observations ont eu lieu presque sans interruption de 5 en 5 minutes, et même de minute en minute pendant les deux heures où le mouvement était le plus rapide. Cette perturbation, de beaucoup la plus importante qui ait eu lieu pendant l'année, a fait changer en trois heures et demie la déclinaison de 42′, la composante horizontale de $\frac{1}{100}$ et la composante verticale de $\frac{3}{1000}$. Nos 400 observations obtenues dans cette journée tireront leur plus grand intérêt des comparaisons qui auront lieu entre les mouvements simultanés dans les deux hémisphères. D'après le programme de la Commission polaire, nous avions à faire aux *jours termes*, pendant une heure déterminée, des observations répétées de 20^s en 20^s. Ces instructions ont été suivies exactement; les jours les plus importants sont le 15 octobre et le 15 janvier, où un léger mouvement s'est manifesté : pendant les autres jours termes, nous n'avons remarqué aucune marche anormale des éléments magnétiques.

» *Observations absolues.* — Ces observations ont été faites, toutes les fois que l'état du temps l'a permis, sur un pilier construit à 20^m de l'observatoire et abrité par une tente mobile.

» La déclinaison était déterminée avec un théodolite-boussole de Brunner, muni de deux barreaux aimantés. Ces barreaux sont rectangulaires et portent à chaque extrémité un petit cercle d'argent sur lequel est tracé un trait vertical.

» Quatre lectures faites en pointant, au microscope, chacun de ces petits traits, avant et après le retournement du barreau dans son étrier, donnent très exactement le méridien magnétique. Pour déterminer le méridien géographique, j'ai calculé à plusieurs reprises l'azimut du sommet d'une pyramide distante d'environ 5000^m et qui avait servi à la triangulation de la côte. L'instrument donnant les 10″, je crois pouvoir dire que, dans presque toutes les mesures de déclinaison, l'erreur commise a été inférieure à une demi-minute.

» Grâce à la simplicité et à la rapidité de la manœuvre du théodolite, il a été possible de multiplier ces observations et d'obtenir, pendant l'année, 300 déterminations absolues de la déclinaison.

» D'après le capitaine King, la déclinaison à la baie Orange était, en 1828, de 23° 56′ (N.-E.). En janvier 1883, elle s'est trouvée de 20° 12′ N.-E., ce qui donne, comme diminution annuelle, 4′; cette valeur coïncide avec celle que nous avons obtenue par nos instruments de variation.

» La boussole de déclinaison était munie d'une règle latérale, perpendiculaire à la direction de l'aiguille, portant deux étriers situés à une distance fixe, et sur lesquels on plaçait un barreau déviant, pour déterminer la composante horizontale par la méthode de Gauss. Cette observation, assez difficile, demandait environ deux heures.

» Pour satisfaire au programme de la Commission polaire internationale, qui demandait une approximation de $\frac{1}{1000}$, nous avons fait de nombreuses observations (45 avec chaque barreau). Toutes ces déterminations, calculées à la baie Orange, ont donné 0,286 comme valeur de la composante. Toutefois, les constantes de l'instrument (longueur de la règle, moment d'inertie des barreaux) doivent être déterminées au retour comme elles l'ont été au départ.

» *Inclinaison.* — L'instrument qui a servi à déterminer l'inclinaison est une boussole ordinaire de Gambey, possédant deux aiguilles.

» Presque toutes les déterminations ont été effectuées avec l'aiguille n° 1, en employant les trois méthodes habituelles : l'aiguille étant placée, soit dans le méridien magnétique, soit dans deux plans perpendiculaires, soit dans un plan faisant un angle connu avec le méridien magnétique. Pendant toutes ces observations, un aide observait fréquemment les instruments de variation, pour réduire les données de ces derniers à leur valeur absolue et contrôler les résultats, ainsi que les déplacements subis par le zéro des échelles.

» Nous n'avons pas encore trouvé d'observations antérieures d'inclinaison, faites à la baie Orange; mais, d'après les résultats obtenus dans le courant de notre mission, l'inclinaison paraît diminuer chaque année un peu plus que la déclinaison, soit d'environ 6′.

» J'ai profité de la relâche de la *Romanche* à l'établissement chilien de Punta-Arenas pour déterminer, à deux reprises, la déclinaison et la force horizontale; j'ai trouvé, en septembre 1883, comme déclinaison moyenne 20° 59′ (N.-E.). En combinant cette observation avec celle qui avait été faite par le capitaine Mayne en 1867 (21° 50′), j'ai obtenu une variation annuelle de 3′,2.

» Cette station étant un point de relâche pour les nombreux bâtiments qui passent le détroit de Magellan, des observations pourront y être faites

fréquemment : elles montreront si la diminution de la déclinaison reste constante, ou si elle éprouve, par la suite, de notables variations.

» Les nombres que j'ai pu donner dans cette Note ne sont encore qu'approximatifs. Une discussion attentive sera nécessaire pour fixer les chiffres définitifs et en déduire les principales conséquences de cette longue série d'observations. »

MISSION DU CAP HORN. — *Résumé des observations météorologiques faites à la baie Orange (Terre-de-Feu), du 26 septembre 1882 au 1er septembre 1883*; par M. **J. Lephay**, lieutenant de vaisseau.

« Les observations météorologiques, commencées le 26 septembre 1882, à midi, ont suivi sans interruption leur cours régulier jusqu'au 31 août 1883, à minuit.

» Au 1er octobre 1882, tous les instruments, sauf la girouette inscrivante et les électromètres, étaient en service et leur fonctionnement ne laissait rien à désirer.

» La station d'observation, établie au fond d'une anse de la baie Orange, dans de bonnes conditions météorologiques, était située sur le rivage oriental de la presqu'île *Hardy*, à 3 milles du Pacifique et à 35 milles dans le nord-ouest du cap Horn.

» Voici, en quelques mots, la nomenclature et la disposition des instruments :

» 1. Les *baromètres*, au nombre de cinq, dans un local spécial de la maison des officiers, comprenaient :

» 1° Un baromètre Tonnelot à échelle compensée, gradué à $\frac{1}{500}$ de millimètre, était affecté aux observations courantes;

» 2° Un Fortin-Secrétan, instrument de comparaison;

» 3° Un Fortin-Iseli, »

» 4° Un holostérique Naudet, »

» 5° Un baromètre enregistreur Richard.

» Dans la chambre des baromètres, en outre des instruments de réserve, était disposé le compteur électrique de l'*anémomètre Robinson*.

» Un registre toujours ouvert, placé à côté du compteur, permettait de noter, d'heure en heure, jour et nuit :

» 1° Les indications de l'anémomètre;

» 2° Les heures de pluie, de grêle ou de neige.

» 3° Tous les faits qui, de près ou de loin, se rattachaient aux observations ou au service météorologiques.

» 2. Les *thermomètres* et les *hygromètres*, sous l'abri météorologique réglementaire, étaient au centre d'une large clairière gazonnée; on trouvait donc sous l'abri :

» 1° Un psychromètre composé de deux thermomètres à mercure, gradués au $\frac{2}{10}$ de degré;

» 2° Un hygromètre Salleron à six fils;

» 3° Un thermomètre enregistreur Richard;

» 4° Un hygromètre enregistreur Richard;

» 5° Un thermomètre à *maxima* et à mercure;

» 6° Un thermomètre à *minima* et à alcool.

» A quelques pas de l'abri, dans la même clairière par conséquent, se trouvaient les deux thermomètres à mercure, disposés pour donner la température du sol à $0^m,15$ et $0^m,30$ de profondeur.

» 3. Au sommet de la colline étaient :

» 1° L'anémomètre Robinson à boules et à enregistrement électrique, monté sur un mât de $2^m,50$ de hauteur;

» 2° Un pluviomètre décuplateur Alvergniat;

» 3° L'héliographe Campbell, disposé pour indiquer les heures de Soleil à ces hautes latitudes;

» 4° Un mât, avec girouette et quatre bras indiquant les relèvements des quatre points cardinaux, pour faciliter l'observation directe des vents en force et en direction estimées.

» A tous ces appareils, il convient d'ajouter, pour compléter le matériel en service :

» 1° Un thermomètre pinceau pour les observations de température de la rivière et de la mer;

» 2° La girouette inscrivante Rédier, montée, vers la fin d'octobre, dans un bâtiment spécial construit presque au sommet de la colline;

» 3° Un électromètre Thompson, modifié par M. Mascart; cet instrument, à lecture directe, était doublé d'un autre appareil identique, à enregistrement photographique, dont le montage et l'entretien étaient confiés à mon collègue M. Payen.

» Les deux électromètres, montés définitivement vers le milieu de décembre, prenaient chacun une moitié du bâtiment dont la girouette occupait le centre. Le réservoir et le tube d'écoulement, c'est-à-dire la source électrique, étaient communs aux deux instruments dont les indications étaient ainsi absolument comparables.

» 4° Un spectroscope à vision directe;

» 5° Un pyrhéliomètre de Pouillet;

» 6° Un hygromètre de Regnault, modifié par M. Alluard; cet instrument servait au réglage des autres instruments similaires : hygromètre à cheveu et hygromètre enregistreur;

» 7° Un thermomètre enregistreur Richard qui, mis en fonction, pendant trois périodes de dix jours, sur les montagnes voisines, à des époques et à des hauteurs variées, fournira les matériaux nécessaires à l'étude de la décroissance de la température avec l'altitude.

» 8° Un évaporomètre, construit à bord de la *Romanche* sur mes indications, et disposé à $0^m,40$ du sol, à quelques mètres de l'abri météorologique;

» 9° Deux aires planes pour la mesure des hauteurs de neige tombée.

» Tous les instruments, soit à lecture directe, soit à enregistrement continu, ont toujours

été comparés, réglés ou visités par nous-même au moins une fois par semaine; deux fois dans l'année, le zéro des thermomètres a été déterminé.

» I. Tout ce qui se rapporte aux appareils, à leur disposition comme à leur mode de réglage, forme un Chapitre spécial du registre météorologique dont le soin et la tenue nous incombaient tout particulièrement. On trouvera également dans ce registre les Tables de comparaison des divers instruments, ainsi que les corrections adoptées et calculées, pour chacun d'eux, à chaque moment de la période d'observation.

» II. Les observations directes ont toujours été prises de quatre en quatre heures par un officier de vaisseau de service, que secondait un matelot timonier. Elles ont porté sur : le baromètre à mercure, l'anémomètre, le psychromètre, l'hygromètre à cheveu, la force et la direction du vent estimées, les thermomètres à maxima et à minima, l'état du ciel, la forme des nuages, le pluviomètre, les thermomètres du sol, l'électromètre à lecture directe, la température de l'eau douce et de l'eau de mer.

» Les chiffres bruts, trouvés à chaque observation, étaient immédiatement écrits sur un carnet lithographié que signait l'officier de service. Chaque matin, j'avais à appliquer aux observations de la veille les corrections nécessaires, à calculer la tension de la vapeur d'eau..., enfin à transcrire définitivement sur le registre les résultats acquis. Au commencement de chaque semaine, venaient s'adjoindre, aux observations directes, les relevés horaires des courbes des enregistreurs, ainsi que la vitesse moyenne du vent prise d'heure en heure à l'anémomètre. Chaque jour, j'ai noté des phénomènes divers qui s'étaient présentés dans les vingt-quatre heures, tels que : halos, mirages, coups de vent, directions anormales des nuages, orages, etc.....

» Cet aperçu quotidien de l'état général du temps forme, chaque mois, un tableau spécial qui, le cas échéant, facilitera beaucoup le travail d'étude proprement dit des phénomènes observés.

» A côté de ces observations, que je qualifiais de *régulières*, nous nous sommes efforcé, chaque fois que cela nous a été possible, de donner place à un second ordre d'études non prévues dans le programme de la mission scientifique. Ces études particulières, dont nous ne donnerons ici qu'un exposé rapide, se rattachent plus étroitement à la Physique du globe.

» C'est avec cette pensée d'élargir le cadre de nos travaux que nous avons pu recueillir environ deux cents observations de radiation solaire directe dont les résultats, nous en avons dès maintenant la certitude, offri-

ront un certain intérêt au point de vue de la détermination de la valeur d'absorption de l'atmosphère pour ces régions particulières.

» Dans le même ordre d'idées, nous avons essayé, à plusieurs reprises, de déterminer, par nuit étoilée et par ciel couvert, la courbe des radiations d'un corps recouvert de noir de fumée et porté, au début de l'expérience, à 45° ou 50°.

» Deux cents à deux cent cinquante expériences d'évaporation de l'eau douce, d'une durée moyenne de trois heures, nous seront encore fort utiles pour donner une idée suffisamment approchée du régime des lacs et des cours d'eau de ce pays.

» L'électricité atmosphérique a aussi attiré notre attention soutenue jusqu'au jour où, par suite de la gelée, les instruments ayant cessé de fonctionner régulièrement, il fallut abandonner un champ d'études des plus intéressants. Quoi qu'il en soit, nous avons rassemblé assez de matériaux pour rechercher la loi qui lie entre elles les variations du potentiel électrique de l'atmosphère et la chute de l'eau sous toutes ses formes : grêle, grésil, pluie, neige, cristaux. Ces notes nous diront peut-être aussi quelle est l'influence des nuages de formes ou d'aspect variés sur le potentiel électrique.

» Nous possédons encore : un millier de températures de l'air et du sol, à diverses altitudes ou à des profondeurs graduées; six mois d'observations ozonoscopiques; quelques notes sur l'aspect particulier de certaines raies spectrales de la lumière solaire, par très beau temps ou la veille de bourrasques...; des durées de crépuscule; enfin des notes nombreuses sur les tempêtes si fréquentes de ces parages tourmentés.

» Ce n'est pas tout, la mission évangélique anglaise d'Ooschoowia étant entrée en relation avec notre station, elle nous a fourni, au moyen d'instruments de réserve prêtés par nous-mêmes, une série d'observations météorologiques régulièrement prises trois fois par jour, de décembre 1882 à août 1883.

» Cette seconde moisson de faits ainsi obtenue sur nos indications, avec autant de zèle que d'intelligence, par les hommes dévoués qui se consacrent à la tâche ingrate de civiliser ces régions lointaines, sera, nous l'espérons, une source précieuse d'indications sur le climat spécial de la région montagneuse du canal du « Beagle », si remarquable par ses forêts et ses glaciers superbes.

» Les observations d'Ooschoowia, encore à classer et à transcrire, portent sur : le baromètre à mercure, le psychromètre, la pluie, la force

et la direction du vent, les nuages, les thermomètres à maxima et à minima.

» III. L'ensemble des documents météorologiques qui précèdent, formant un total supérieur à 120000 nombres, est réparti entre deux grands registres dont le premier au moins pourrait être fermé en quelques jours.

» Dans ce premier Volume, chaque mois forme un groupe séparé de dix-huit Tableaux qui se rapportent, soit aux observations directes, soit aux relevés des courbes d'enregistreurs.

» Que l'on me permette de faire connaître ici ceux des principaux résultats qu'on pourra trouver dans ces Tableaux, en outre des moyennes diurnes et mensuelles :

» *Baromètres.* — Hauteurs extrêmes; oscillation moyenne mensuelle; nombres d'oscillations.

» *Thermomètres.* — Heures de la moyenne diurne; températures extrêmes de chaque mois; maximum et minimum moyens diurnes; heures moyennes de ces températures particulières; heures et jours de gelée,

» *Hygromètres.* — États hygrométriques minima du mois.

» *Tension de la vapeur d'eau.* — Extrêmes du mois.

» *Pluies.* — Indication de la forme sous laquelle l'eau est tombée pour chaque journée; chaque jour, heures de pluie.

» *État du ciel.* — Nébulosités moyennes; formes et directions des nuages; heures de Soleil à l'héliographe Campbell; jours sans soleil; nuits étoilées; rapport du nombre d'heures de Soleil au nombre d'heures de jour.

» *Vents.* — Heures de coup de vent; heures de calme; vitesse maxima moyenne diurne; heure moyenne de ce maximum; nombre de coups de vent; nombre de tours de l'anémomètre; vitesse maxima du mois; nombre total d'observations ou d'heures de chaque vent, de deux en deux quarts; fréquence relative de chaque vent; vitesse moyenne de chaque vent et rapport de cette vitesse particulière à la vitesse moyenne totale du mois.

» *Coups de vent.* — Heures de coup de vent dans chaque rhumb; rapport de ce nombre d'heures au total des heures de coup de vent du mois.

» *Températures du sol, de l'eau douce et de l'eau de mer.* — Extrêmes des mois.

» A la fin de ce premier registre, des Tableaux récapitulatifs, au nombre de vingt et un, donnent, par mois et par saison, la marche moyenne diurne, d'heure en heure, de toutes les données météorologiques, baromètres, thermomètres, hygromètres, tension de la vapeur d'eau, pression de l'air sec, vitesse du vent, etc. Ces derniers résultats, exprimés graphiquement au moyen de courbes à grande échelle, affirment, par la régularité de leurs variations, la valeur des observations recueillies.

» Quant au second registre, il contient : les observations diverses faites à des altitudes variées, tout ce qui se rapporte à l'électricité atmosphérique,

les radiations solaires et les calculs des coefficients de constante solaire ou des coefficients de transparence, les expériences d'évaporation et les études qui en dépendent; une Note sur les tempêtes du cap Horn, ainsi que la discussion, au point de vue maritime, du régime des vents de ces parages; enfin les observations régulières de la mission d'Ooschoowia. Pour être prêt, ce second Volume exige encore trois ou quatre mois de travail.

» IV. Comme climat, les terres magellaniques, au sud du grand détroit, se partagent, à première vue, en deux régions distinctes.

» La première, à l'ouest de la chaîne de montagnes dont le Sarmiento et le Darwin sont les points culminants, comprend toute la portion nord orientale de la grande Terre-de-Feu et les rives du canal du Beagle, à l'est des détroits de Murray.

» D'après les observations régulières et les renseignements des missionnaires anglais qui résident presque à la limite occidentale de cette région, le climat serait notablement moins constant, l'atmosphère moins humide que dans la seconde région, que caractérise, au plus haut point, un climat maritime et neutre, sans saisons bien marquées.

» Cette région, qui nous occupe plus particulièrement, comprend l'île Hoste, la baie de Nassau, l'archipel du cap Horn, les rivages et les îles occidentales de la Terre-de-Feu en général.

» Là, les jours ensoleillés sont rares; le plus souvent, pendant les calmes qui suivent ou précèdent les tempêtes, un ciel gris et terne, ne laissant paraître qu'un pâle soleil, donne au pays entier un des aspects les plus tristes qu'il est possible de voir.

L'eau, sous toutes ses formes, pluie, grêle ou grésil, neige, cristaux de glace, ne cesse guère de tomber, hiver comme été. Chaque mois, nous comptons, en moyenne, vingt-cinq jours pluvieux, dont sept ou huit au moins de grêle ou de neige.

» Dans ce climat, plutôt désagréable que pénible, les saisons n'existent guère; on jouit à peu près constamment d'une température analogue à celle des mois d'octobre et de novembre dans les mers d'Écosse ou de Norvège.

» En ce qui regarde les saisons de ce pays, je dirai même, avec Fitz-Roy, que l'hiver y est l'été et que l'été est l'hiver.

» Ce n'est pas là, en effet, une des moindres surprises de notre séjour dans ces contrées que d'avoir constaté, cinquante années après notre illustre devancier, que l'été du cap Horn est par excellence l'époque des violentes

tempêtes, tandis que l'hiver jouit d'un calme relatif; c'est ainsi que l'été dernier se présente à nous avec deux cent quatre-vingt-seize heures de coup de vent, pendant que l'hiver ne nous en donne que cent quinze.

» En général, la vitesse moyenne de tous les vents, sauf ceux compris entre le nord-nord-ouest et le nord-est, est plus grande en été qu'en hiver; dans cette dernière saison, spécialement en mai et en juin, les belles journées et les nuits étoilées sont aussi moins rares que dans les autres mois de l'année.

» Les vents d'ouest, c'est-à-dire ceux compris entre l'ouest-nord-ouest et le sud-ouest, dominent toute l'année; leur vitesse moyenne est également toujours très supérieure à celle des vents qui soufflent des autres parties de l'horizon. Les diagrammes qui représentent, en été ou en hiver, la fréquence relative ou les vitesses moyennes de chaque rhumb forment une courbe absolument régulière, toujours fortement renflée dans le quadrant sud-ouest. Construites avec les résultats de plus de huit mille observations de direction ou d'intensité de vents, ces représentations graphiques ont beaucoup de chances d'exprimer presque exactement les lois principales du régime des vents au cap Horn.

» Ce régime des vents subit une modification sensible du solstice d'été à celui d'hiver : de 75 pour 100 pendant la saison des longs jours, les vents compris entre le sud-ouest et le nord-ouest tombent à 47 pour 100 pendant les six mois où les jours sont le plus courts; en même temps, leur vitesse moyenne à l'heure descend de 32^{km} à 28^{km}. En revanche, en hiver, les vents secs et chauds du quadrant nord-est prennent de la force et atteignent jusqu'à 22 pour 100 du total général des heures d'observation.

» Dans une journée moyenne de l'été, la vitesse du vent offre une particularité remarquable, au moins dans une latitude aussi élevée : elle croît régulièrement du lever du Soleil à 3^h ou 4^h du soir, puis décroît régulièrement jusqu'à 9^h ou 10^h du soir. En se rapprochant du solstice d'hiver, cette courbe moyenne mensuelle tend de plus en plus à se confondre avec la ligne droite.

» Il n'y a point là, comme on serait tenté de le croire, un résultat particulier à notre année de séjour dans ces contrées; la régularité du phénomène, de mois en mois, les remarques de Fitz-Roy à ce sujet, les indications enfin des missionnaires anglais excluent toute idée d'un état spécial de l'atmosphère pendant notre série d'observations et, précisément pour ces raisons, nous pouvons exprimer ici l'espoir de fournir aux marins

d'utiles indications sur le régime des vents généraux de parages qu'il importe tant de bien connaître.

» Les bourrasques, on le sait, sont extrêmement fréquentes au cap Horn. Le coup de vent commence presque toujours au nord-ouest ou à l'ouest-nord-ouest pour finir entre l'ouest-sud-ouest et le sud-sud-ouest; néanmoins, nous avons enregistré trois tempêtes de nord-nord-est et de nord.

» Le danger de ces tourmentes ne réside pas tant dans leur violence que dans leur soudaineté; car, souvent, en quelques minutes, au calme plat succède un fort coup de vent.

» Malgré les opinions contradictoires de ceux qui ont doublé le cap Horn et des voyageurs comme Wilkes, Weddel, King et autres, nous pouvons affirmer, encore avec Fitz-Roy, que le baromètre bien suivi indique toujours suffisamment à l'avance ces coups de vent, dont les pronostics divers sont, à peu de chose près, ceux de nos mauvais temps d'hiver dans la Manche et la mer du Nord.

» Le baromètre, plus bas de 3^{mm} environ en été qu'en hiver, indique, pour notre année d'observation, une pression moyenne de $746^{mm},11$ à une altitude de 12^{m}.

» Ce chiffre est quelque peu supérieur à la moyenne indiquée jusqu'ici pour cette région, sur la foi d'observations de quelques mois et faites à de longues années d'intervalle.

» Les hauteurs extrêmes de la colonne du mercure ont été : $766^{mm},16$ le 1er mai à midi et $721^{mm},4$ le 26 février à 4^{h} du matin.

» L'oscillation moyenne de la pression atmosphérique de l'année est de $10^{mm},18$.

» Cent quarante dépressions ont passé sur la baie Orange pendant notre séjour, ce qui correspond, pour chaque dépression, à une durée moyenne de cinquante-neuf heures.

» Malgré la latitude élevée, nous avons constaté, pour les moyennes horaires, l'existence d'une faible marée barométrique. Le maximum diurne de 10^{h} du soir est particulièrement bien accusé en été, où la marée barométrique atteint une amplitude de $0^{mm},5$ à $0^{mm},6$; en hiver, cette amplitude se réduit de $0^{mm},2$ à $0^{mm},3$.

» La pression de l'air sec accuse également, à côté d'un maximum de 10^{h} du soir, un minimum diurne vers $1^{h}30^{m}$ du soir. En général, pour toute l'année, la différence des deux premiers extrêmes de l'air sec dans une journée moyenne atteint environ $0^{mm},8$.

» La température moyenne annuelle s'est élevée à $+5^\circ,55$; celle de l'été étant $+7^\circ,17$ et celle de l'hiver $+3^\circ,56$.

» Les températures extrêmes sont : $+24^\circ,5$ le 20 février, à 11^h du matin, et $-7^\circ,3$ le 7 août, à 2^h45^m du soir.

» Le maximum moyen diurne, $+9^\circ,57$, arrive vers 12^h55^m du matin; le minimum, $+2^\circ,28$, vers 2^h5^m du matin.

» Les heures qui correspondent à la moyenne température de la journée sont 7^h40^m du matin et 5^h55^m du soir.

» La loi des variations de la température de l'air, comme de celles des autres données météorologiques de ce climat, est caractérisée par une action presque immédiate des rayons solaires sur une atmosphère qui, bien que souvent voisine du point de saturation, ne contient en réalité qu'une faible quantité de vapeur aqueuse, soit $5^{mm},55$ en moyenne, dans toute l'année.

» Les jours de gelée s'élèvent à 73, les heures de gelée à 346, dont 34 pour l'été.

» L'état hygrométrique moyen de l'atmosphère a été trouvé égal à 82,07 pour toute l'année. La moyenne de l'hiver est, à peu de chose près, semblable à celle de l'été; le 19 février, à 2^h du soir, par vent du nord, l'hygromètre est descendu à 38 : c'est là le point le plus bas qu'il ait atteint pendant la période d'observation.

» La tension moyenne de la vapeur d'eau est $5^{mm},55$; les extrêmes de cette tension sont $11^{mm},27$ le 29 décembre 1882 et $2^{mm},13$ le 13 juin 1883. C'est à cette faible tension de la vapeur d'eau que nous attribuerons les coefficients 0,75 et 0,72 que nous avons trouvés à plusieurs reprises pour la transparence de l'atmosphère, par nos expériences de radiation solaire dans un ciel bleu et bien dégagé.

» La hauteur totale de la pluie est de $1^m,333$, dont $2^m,60$ de neige qui correspondent à $0^m,30$ de pluie.

» Nous comptons 70 jours de neige dans l'année; sur ce total 24 appartiennent à l'été.

» Il a plu pendant 1599 heures, réparties entre 278 jours pluvieux.

» Le soleil a brillé pendant 855 heures, soit en moyenne une heure de soleil pour quatre heures de ciel couvert. En juin, nous n'avons eu que 48 heures de soleil.

» A midi, la chaleur solaire, déversée par centimètre carré de surface normale en une minute, est comprise entre $0^{cal},60$ et $0^{cal},90$ en moyenne.

» La vitesse moyenne annuelle du vent est de $23^{km},766$ à l'heure; en été, elle s'élève à $26^{km},400$; tandis qu'elle tombe en hiver à $21^{km},120$.

Janvier, qui a été le mois le plus tourmenté de tous, donne une vitesse moyenne égale à 33^{km} de vitesse moyenne à l'heure.

» L'anémomètre, pendant toute la période d'observation, a fait 38 014 280 tours, soit un déplacement total de l'air supérieur à $190\,000^{km}$.

» La vitesse maxima diurne moyenne du vent a été trouvée égale à $52^{km},820$ en été, et à $44^{km},400$ en hiver.

» La plus grande vitesse du vent a été observée le 6 mars dans l'après-midi, pendant un ouragan dont les rafales dépassaient 39^{m} à la seconde.

» Les coups de vent, au nombre de 43 en été, n'ont seulement été que de 28 en hiver.

» La température moyenne annuelle du sol, à $0^{m},15$ de profondeur, est de $+ 5^{\circ},87$; celle du sol à $0^{m},30$ est de $5^{\circ},64$. Les températures extrêmes, à $0^{m},15$, sont : $+ 11^{\circ},9$ le 20 février et $+ 1^{\circ},60$ le 9 août; à $0^{m},30$ elles ont atteint $+ 9^{\circ},6$ en février et $+ 1^{\circ},80$ en août.

» Les températures moyennes de l'eau douce et de l'eau de mer sont respectivement à la surface $+ 6^{\circ},00$ et $+ 7^{\circ},55$.

» Les manifestations électriques les plus intenses se sont toujours présentées par vent d'ouest; au contraire, les vents de la partie nord et est de l'horizon n'ont, en général, qu'une faible tension positive.

» La tension normale positive est, toutes choses égales, plus forte par ciel clair et par temps de gelée que dans toute autre circonstance.

» Les orages paraissent très rares dans ce pays; les fulgurites sont inconnus dans la contrée, et les indigènes n'ont aucun souvenir d'avoir vu des hommes ou des arbres frappés de la foudre. Cependant, nous avons, à trois reprises, vu des éclairs et entendu distinctement les grondements du tonnerre dans le nord-ouest.

» Une dizaine de fois environ, nous avons aussi vu jaillir des étincelles au chapeau de l'électromètre. La tension électrique dépassait alors celle d'une série de 3000 petits éléments Volta, semblables à ceux de la pile de charge de l'instrument.

» Par grain de grêle, l'aiguille a toujours été déviée jusqu'à l'extrémité négative de l'échelle de l'électromètre, la neige donnant lieu à un effet inverse. Avec la pluie, l'électricité était toujours négative, etc.

» Les observations de décroissance de la température avec l'altitude ont fourni des résultats satisfaisants; leur dépouillement aura, nous l'espérons, un réel intérêt à divers titres.

» D'après les calculs effectués, nous pouvons assigner une décroissance

moyenne de 1° pour une différence d'altitude de 130^m à 140^m dans les couches inférieures de l'atmosphère.

» D'une manière générale, d'après les relevés horaires des thermomètres enregistreurs qui servaient à ces observations, la température décroît plus rapidement dans la journée que dans la nuit. En un mot, la différence de température des stations considérées est plus grande dans le jour que dans la nuit, et cela dans la proportion de 1 à 2.

» Nous arrêterons ici la nomenclature des documents et des principaux résultats qui suffisent déjà, nous le pensons, pour affirmer le caractère spécial du climat des parages du cap Horn.

» Les chiffres ou les conclusions qu'il nous serait possible d'énoncer encore n'offriraient aucun intérêt dans l'état actuel de nos documents, dont le classement et l'étude, au lendemain du retour, sont encore à l'état d'ébauche. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE SPECTRALE. — *Sur le spectre d'absorption du sang dans la partie violette et ultra-violette.* Note de M. **J.-L. Soret.**

(Commissaires : MM. Fizeau, Edm. Becquerel, Cornu.)

« J'ai précédemment signalé la bande d'absorption que le sang dilué donne dans le violet du spectre [1]. La photographie à la lumière solaire reproduit très bien cette bande : j'ai l'honneur d'en présenter à l'Académie quelques épreuves, obtenues en employant un prisme de spath d'Islande et des lentilles achromatiques quartz et spath-fluor de M. Cornu.

» Avec le sang dilué au $\frac{1}{1000}$, sous une épaisseur de 10^{mm}, cette bande est très distincte; elle occupe à peu près la moitié de l'intervalle compris entre G et H, son centre tombant sur *h*; l'ultra-violet est transmis. Avec le sang au $\frac{1}{600}$, elle remplit tout l'espace entre G et H; la région au delà de H est assombrie. Avec le sang au $\frac{1}{400}$, elle déborde du côté de G, d'une part, et surtout de H d'autre part; tout l'ultra-violet est très assombri.

» Il y a, du reste, des différences notables suivant les échantillons.

» Quand le sang est traité à l'oxyde de carbone, la bande est légèrement rejetée du côté le moins réfrangible, et l'ultra-violet est moins assombri qu'avec le sang oxygéné à dilution égale.

---

(1) *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, t. LXI, p. 347; 1878.

» Si l'on veut étudier l'absorption des rayons plus réfrangibles que ceux du Soleil, il convient d'opérer avec la lumière de l'étincelle d'induction, en employant le spectre à oculaire fluorescent et l'appareil à épaisseur variable précédemment décrit. On reconnaît ainsi, avec de grandes différences numériques suivant les échantillons, que la bande du violet, s'étendant dans l'ultra-violet, se manifeste parce que la raie du magnésium $\lambda = 383$ (près de L) disparaît avant la raie 9 du cadmium, à laquelle correspond un maximum de transmission. Au delà, on remarque deux nouvelles bandes d'absorption, dont l'une, tombant sur Cd 12, est probablement due à l'hémoglobine, tandis que l'autre, tombant sur Cd 17, est évidemment celle de la sérine. Le maximum de transparence qui sépare ces deux bandes coïncide sensiblement avec la raie du magnésium $\lambda = 309$: le maximum suivant tombe sur Cd 18, puis l'absorption augmente graduellement jusqu'à l'extrémité du spectre.

» Voici, comme exemple, les chiffres qui ont été obtenus dans l'une des séries d'observations où l'on a employé du sang de bœuf défibriné et dilué au $\frac{1}{40}$; ces nombres indiquent les épaisseurs de liquide qui interceptent les diverses raies.

Raies.	Épaisseurs. (mm)	Raies.	Épaisseurs. (mm)
Mg($\lambda = 383$)	3,71	Zn 20	2,2
Cd 9	5,7	Cd 22	0,8
10	4,1	24	0,37
12	3,2	25	0,25
Mg($\lambda = 309$)	5,11	26	0,1
Cd 14	4,05	Zn 27	0,05
Mg($\lambda = 293$)	3,6	28	0,04
Cd 17	2,7	29	0,02
18	3,21		

» Lorsqu'on opère avec du sang traité à l'oxyde de carbone, les résultats sont peu modifiés : la différence la plus saillante est que la raie du magnésium $\lambda = 383$ est plus facilement transmise, ce qui s'accorde bien avec le déplacement de la bande du violet que nous avons déjà mentionné; la bande d'absorption suivante est aussi légèrement rejetée du côté le moins réfrangible. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation séculaire de la direction de la force magnétique terrestre à Paris.* Note de M. L. **Descroix.**

(Renvoi à la Commission précédemment nommée).

« Dans ma Note insérée aux *Comptes rendus* du 26 novembre, j'ai fait connaître de nouvelles formules d'interpolation qui représentent, d'une manière satisfaisante, la déclinaison D de l'aiguille aimantée de 1728 à 1882, et l'inclinaison I de 1810 à 1882.

» Je reproduis d'abord ces formules : en conservant la notation de ma précédente Note, on a

$$D = 1350' \Delta_d,$$

$$\Delta_d = \cos 90^\circ \frac{N}{120 + N\left(0,400 - \frac{N^2}{100000}\right)},$$

$$I = 68^\circ 50' \pm \Delta_i,$$

$$\Delta_i = \sin \frac{N}{155} 90^\circ \times [400 - N(1,62 - 0,007N)].$$

» Cela posé, pour qu'on puisse juger du degré d'accord de ces formules avec l'expérience, je donne ci-joint, en deux tableaux distincts, les valeurs des inclinaisons et des déclinaisons observées pendant les intervalles de temps indiqués et les valeurs de ces mêmes éléments calculées d'après les formules *proposées,* que je ne simplifie pas, à dessein, pour montrer comment le terme correctif fut obtenu sans s'appuyer sur les observations trop anciennes.

Inclinaison.

Époque.	Observateur.	Inclin. brutes.	Inclinaisons corrigées de +8,5 pour l'Observatoi^re de Paris.	Calcul.
1810............	Humboldt / Arago.	68°.50′	68°.59′	69°. 6′
1811............	Id.	68.43	68.52	69. 2
1812............	Arago.	68.42	68.51	68.57
1813............	Id.	68.44	68.53	68.54
1814............	Id.	68.36	68.45	68.51
1816............	Id.	68.40	68.49	68.43
1817............	Freycinet.	68.38	68.47	68.39
1818............	Arago.	68.35	68.44	68.35
1819............	Id.	68.25	68.34	68.31
1820............	Id.	68.20	68.29	68.28
1821-1825	Id.	68. 8	68.17	68.16
1826-1827	Mathieu.	67.54		68. 3

Époque.	Observateur.	Inclin. brutes.	Inclinaisons corrigées de +8,5 pour l'Observatoire de Paris.	Calcul.
		° ′	° ′	° ′
1831-1839	Divers.	67.25		67.33
1841-1842	Arago.	67. 1	67.10	67.12
1848-1850	Observatoire.	66.42	66.51	66.48
1851-1855	{ Laugier. Erman. Longitudes. }	66.29		66.36
1856-1858	Id.	66.18	»	66.25
1859-1861	Desains.	66.11	66.20	66.17
1862-1865	Marié-Davy.	66. 3	66.12	66. 9
1863-1869 (1).....	Observatoire.	65.52	66. 1	66. 2
1875	Descroix.	65.37	»	65.40
1877	Id.	65.34	»	65.36
1876-1882 (1)....	Obs. de Montsouris.	65.32	»	65.31

Déclinaison.

Époque.	Observateur.	Déclinaisons observ.	Déclinaisons calcul.
1726-1730...	Maraldi.	14. 2	13.45
1731-1735...	Id.	14.52	14.34
1736-1740...	{ Maraldi et Cassini. }	15.40	15.23
1741-1745...	Maraldi.	16. 0	16. 8
1746-1750...	De Fouchy.	16.33	16.51
1751-1755...	{ De Fouchy et Maraldi. }	17.16	17.32
1756-1760...	Id.	18. 5	18.13
1761-1765...	Id.	18.54	18.53
1766-1770...	Id.	19.40	19.25
1771-1780...	{ Le Monnier et Cassini. }	20.20	20.16
1781-1785...	Cassini.	21.22	20.59
1786-1790...	Id.	21.42	21.25
1791-1795...	Id.	21.55	21.44
1798-1800...	{ Cassini et Bouvard. }	22. 7	22. 5
1802-1810...	Bouvard.	22. 2	22.21
1811-1815...	Arago.	22.29	22.29
1816-1820...	Id.	22.25	22.27
1821-1825...	Id.	22.19	22.19
1826-1830...	Arago.	22.12	22. 8
1832........	Id.	22. 3	21.56
1835........	Id.	22. 4	21.44
1840........	Bravais.	21.29	21.24
1846........	Id.	20.47	20.53
1848-1854...	Laugier.	20.26	20.23
1858-1861...	Desains.	19.24	19.28
1862-1863...	Marié-Davy.	18.58	19. 5
1864-1866...	Rayet.	18.41	18.48
1863-1869 (2).	Obs. de Paris.	18.41	18.45
1874-1875...	{ Marié-Davy. }	17.29	17.36
1876-1877...	{ Descroix. }	17.13	17.16
1876-1882 (2).	{ Obs. de Montsouris (corr.). }	17. 1	17. 1

(1) Moyennes annuelles ramenées pour Montsouris à la rase campagne.

(2) Les nombres sont ici les moyennes annuelles des maxima, tandis que les autres résultent d'observations isolées.

» L'aiguille ne semble pas devoir se relever au delà de 64° 0', de même qu'elle ne doit pas avoir dépassé 74° 15'. »

AÉROSTATION. — *Sur un* aéroplane *pouvant contribuer aux progrès de la Navigation aérienne.* Note de M. DE SANDERVAL, transmise par M. Marey.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

« J'ai construit, avec de la toile tendue sur des bras de bois, en forme d'ailes ouvertes de 12^m d'envergure sur 4^m de large au milieu, un *plan* rigide, relativement léger et d'une certaine souplesse; puis, pour étudier cet appareil dans ses allures aériennes, je l'ai suspendu par une longue corde flottante au milieu d'un câble tendu entre deux collines, au-dessus d'un vallon creux (et dans d'autres essais près de la mer, entre deux mâtures élevées). Attaché à $1^m,50$ environ au-dessus de ce plan et un peu en avant du centre de figure, je pouvais, au moyen de quatre cordages obliques, faire porter mon poids à volonté plus ou moins en avant, en arrière, à gauche ou à droite.

» Retenu dans le vent, cet appareil se conduit comme il le ferait s'il glissait librement dans un air calme, avec cette différence, désavantageuse dans le cas de l'expérience citée, que, près de terre, le vent est beaucoup en remous.

» Par un vent léger, l'appareil s'enlevait jusqu'à tendre horizontalement la corde de sûreté, dont la fonction protectrice devenait ainsi inoccupée, et il oscillait au gré de l'expérimentateur.

» Par un vent de 8^m, cet appareil, fort grand, enlevait l'expérimentateur et ses deux aides.

» L'expérience offre cet intérêt, qu'un aéronaute qui ne serait pas sujet au vertige pourrait partir de là, maître de l'action de sa pesanteur dans la mesure nécessaire, pour aller atterrir au loin en un point déterminé.

» Dans un premier essai, l'aéroplane, lesté d'un poids de 80^{kg}, avait été lancé dans l'air calme, le long d'un câble de 400^m peu incliné, qui le supportait et le guidait; dans d'autres essais, il avait été abandonné à lui-même à une hauteur de 40^m au-dessus du sol. L'allure de l'appareil, dans ces parcours limités, m'a conduit à faire dans le vent les essais cités ci-dessus, qui m'ont donné tout le temps d'étudier l'expérience dans ses modifications.

» Je ferai observer enfin que j'obtiens un vol assez semblable au vol plané d'un oiseau, qui m'a servi de point de départ. »

M. F. Larroque adresse, par l'entremise de M. du Moncel, une Note relative à un thermomètre-balance.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Desains, du Moncel.)

M. Ch.-V. Zenger adresse une Note relative à la périodicité des tremblements de terre dans l'Italie méridionale.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Ch. Jean, M. Pineaud adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Fuchs exprime le désir que son Mémoire « Sur l'évaluation des prix des denrées en ayant égard aux transports », qui avait été renvoyé au Concours de Statistique, soit soumis à l'examen d'une Commission spéciale.

(Commissaires : MM. H. Mangon, Resal, L. Lalanne.)

CORRESPONDANCE.

M. A. Trève prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. de la Gournerie.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. Léauté prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. Bresse.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. le Ministre de la Guerre informe l'Académie que MM. *Perrier* et *H. Mangon* ont été désignés pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pour l'année 1883-1884, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. le **Ministre des Affaires étrangères** transmet un exemplaire d'un Atlas faisant partie d'un Ouvrage de M. *Verbeck*, ingénieur des Mines dans les Indes orientales néerlandaises, intitulé « Geologische en topographische beschrijring van en gedeelte van Sumatra's Weltkust ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *G. Tissandier*, portant pour titre : « L'Océan aérien. Etudes météorologiques. » (Présenté par M. H. Mangon.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Addition à une Note précédente sur une formule de M.* Tisserand ; par M. **R. Radau.**

« En continuant d'étudier les coefficients $A_{i,j}^{n,k}$ qui naissent du développement de $(1-2\theta z+\theta^2)^{-k}$, j'ai reconnu qu'il était possible de les exprimer par des fonctions hypergéométriques de la seule variable ν (¹). En écrivant, pour plus de clarté, $F\left(\alpha, \frac{\beta}{\gamma}, \frac{\beta'}{\gamma'}, \ldots, x\right)$ au lieu de $F(\alpha, \beta, \beta', \ldots, \gamma, \gamma', \ldots, x)$, on trouve

$$\begin{aligned} A_{i,j}^{n,k} = C\Big[& F\left(-f, \frac{n-f+k}{j+k}, \frac{2k-2}{k-1}, \nu\right) \\ & + \nu^2 f \frac{n-f+k}{j+k}\,\frac{n-f+1}{j+1}\,\frac{k+f-1}{k}\, F\left(-f+1, \frac{n-f+k+1}{j+k+1}, \frac{k}{k+1}, \frac{2k-2}{k-1}, \nu\right) \\ & + \nu^4 \frac{f(f-1)}{1.2}\,\frac{n-f+k}{j+k}\,\frac{n-f+k+1}{j+k+1}\,\frac{n-f+1}{j+1}\,\frac{n-f+2}{j+2}\,\frac{k+f-1}{k}\,\frac{k+f-2}{k+1} \\ & \qquad \times F\left(-f+2, \frac{n-f+k+2}{j+k+2}, \frac{k}{k+2}, \frac{2k-2}{k-1}, \nu\right) + \ldots\Big], \end{aligned}$$

où

$$C = 4(j+k)\ldots(j+k+f-1)\frac{k(k+1)\ldots(n-f+k-1)}{f!\,j!\,(n-f-j)!}.$$

» En développant les F, on voit que les éléments $\frac{k}{k+a}$, $\frac{2k-2}{k-1}$ fournissent le produit

$$\frac{k}{k+a}\,\frac{k+1}{k+a+1}\cdots\frac{2}{1}\,\frac{2k-1}{k}\,\frac{2k}{k+1}\,\frac{2k+1}{k+2}\cdots.$$

» Pour $k=\frac{1}{2}$, le facteur qui provient des éléments $2k-2$, $k-1$, s'annule au delà du second terme; pour $k=1$, il est toujours égal à 2, et l'on

---

(¹) Voir *Comptes rendus*, même Volume, p. 1130.

trouve ainsi, dans le premier cas, une série hypergéométrique ordinaire, et, dans le second, le carré d'une série hypergéométrique.

» Sous forme de série, on peut écrire (en faisant $a + b + c = f$)

$$A_{i,j}^{n,k} = \frac{4(j+k,f)}{(1,j)(1,n-f-j)} \times \sum \frac{(-1)^b \nu^{2a+b}(k,n-c)(n-f+1,a)(k+f-a,a)(2k-2,b)}{(1,a)(1,b)(1,c)(j+k,a+b)(j+1,a)(k+b,a)(k-1,b)}. »$$

MÉCANIQUE. — *Sur la forme des expressions des distances mutuelles, dans le problème des trois corps.* Note de M. A. LINDSTEDT, présentée par M. Tisserand.

« Je me permets, dans cette Communication, de donner un aperçu préliminaire des résultats auxquels je suis parvenu dans mes recherches sur le problème des trois corps. Pour le moment, nous nous bornerons à la détermination des distances mutuelles des trois masses, qui constituent le système donné.

» Pour point de départ, nous avons pris les équations données pour la première fois par Lagrange dans son célèbre Mémoire : *Essai sur le problème des trois corps* (*Œuvres*, édit. par M. Serret, t. VI). En désignant par r, r', Δ les distances entre les trois masses M, m et m', on peut donner à ces équations la forme suivante :

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{d^3 r^2}{dt^3} + R_1 \dfrac{dr^2}{dt} + R_2 \dfrac{dr'^2}{dt} + R_3 \dfrac{d^2\Delta^2}{dt} + R_0 q = 0, \\ \dfrac{d^3 r'^2}{dt^3} + R'_1 \dfrac{dr^2}{dt} + R'_2 \dfrac{dr'^2}{dt} + R'_3 \dfrac{d^2\Delta^2}{dt} + R'_0 q = 0, \\ \dfrac{d^3 \Delta^2}{dt^3} + D_1 \dfrac{dr^2}{dt} + D_2 \dfrac{dr'^2}{di} + D_3 \dfrac{d^2\Delta^2}{dt} + D_0 q = 0, \end{cases}$$

où les R_1, R_2, R_3, R_0, R'_1, ..., D_0 ne contiennent que les fonctions

$$\frac{1}{r^3},\quad \frac{1}{r^5},\quad r^2,\quad \frac{1}{r'^3},\quad \ldots,\quad \Delta^2$$

et les masses M, m, m' comme facteurs linéaires. Quant à la quantité auxiliaire q, elle est donnée par l'équation

$$q = -\frac{1}{r}\frac{d\rho}{dt},$$

ρ étant la quantité correspondante introduite par Lagrange; par consé-

quent on a, de plus,

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{dq}{dt} + \mathrm{M}\left(\dfrac{1}{r'^3} - \dfrac{1}{r^3}\right)(r^2 + r'^2 - \Delta^2) \\ \quad + m\left(\dfrac{1}{r^3} - \dfrac{1}{\Delta^3}\right)(r^2 + \Delta^2 - r'^2) \\ \quad + m'\left(\dfrac{1}{\Delta^3} - \dfrac{1}{r'^3}\right)(r'^2 + \Delta^2 - r^2) = 0. \end{cases}$$

» Mais nous remplacerons cette équation par celle que l'on obtient en la différentiant. On trouve ainsi une équation de la forme

$$(3)\qquad \frac{d^2q}{dt^2} + \mathrm{K}_1\frac{dr^2}{dt} + \mathrm{K}_2\frac{dr'^2}{dt} + \mathrm{K}_3\frac{d\Delta^2}{dt} = 0,$$

où les K sont aussi des fonctions de la même nature que les fonctions R, R' et D.

» Dans tous les cas, des huit planètes principales et des satellites du système solaire, on peut écrire

$$(4)\qquad r^2 = a^2(1+\rho),\quad r'^2 = a'^2(1+\rho'),\quad \Delta^2 = d^2(1+\delta),$$

où les variables nouvelles ρ, ρ' et δ restent toujours, c'est-à-dire pour toute valeur finie de t, des fractions pures. En effet, cette condition dit la même chose que l'on exprime usuellement en disant que les excentricités des orbites des m et m' autour de M sont petites et que le rapport $\frac{r}{r'}$ reste constamment ou > 1 ou < 1.

» Nous restreindrons notre problème à ce cas, qui est en effet le plus important. De plus, nous poserons

$$\frac{dr^2}{dt} = u,\quad \frac{dr'^2}{dt} = u',\quad \frac{d\Delta^2}{dt} = v;$$

d'où il suit, par l'intégration,

$$(5)\qquad r^2 = a^2 + \int u\,dt,\quad r'^2 = a'^2 + \int u'\,dt,\quad \Delta^2 = d^2 + \int v\,dt.$$

» Les constantes a, a', d, déjà introduites dans les équations (4), sont donc définies comme les arbitraires, introduites par l'intégration (5). On tire encore de (4) et (5)

$$(6)\qquad \rho = \frac{1}{a^2}\int u\,dt,\quad \rho' = \frac{1}{a'^2}\int u'\,dt,\quad \delta = \frac{1}{d^2}\int v\,dt.$$

» En substituant, sous la supposition mentionnée, par rapport aux quan-

tités ρ, ρ', δ, pour r, r', Δ, les valeurs tirées de (4) et en développant les fonctions

$$\frac{1}{r^3},\quad \frac{1}{r^5},\quad r^2,\quad \frac{1}{r'^3},\quad \ldots,$$

suivant les puissances de ρ, ρ', δ, on peut écrire, au lieu de (1),

$$(7)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d^2u}{dt^2} + \alpha_1 u + \beta_1 u' + \gamma_1 v + \varepsilon_1 q = \mathrm{U}_1 u + \mathrm{U}'_1 u' + \mathrm{V}_1 v + \mathrm{Q}_1 q,\\ &\frac{d^2u'}{dt^2} + \alpha_2 u + \beta_2 u' + \gamma_2 v + \varepsilon_2 q = \mathrm{U}_2 u + \mathrm{U}'_2 u' + \mathrm{V}_2 v + \mathrm{Q}_2 q,\\ &\frac{d^2v}{dt^2} + \alpha_3 u + \beta_3 u' + \gamma_3 v + \varepsilon_3 q = \mathrm{U}_3 u + \mathrm{U}'_3 u' + \mathrm{V}_3 v + \mathrm{Q}_3 q,\\ &\frac{d^2q}{dt^2} + \alpha_0 u + \beta_0 u' + \gamma_0 v \qquad\;\; = \mathrm{U}_0 u + \mathrm{U}'_0 u' + \mathrm{V}_0 v. \end{aligned}\right.$$

» Ici les $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \varepsilon_1, \alpha_2, \beta_2, \ldots$ sont les termes constants dans les développements des fonctions R_1, R_2, R_3, R_0, R'_1, R'_2, ... respectivement et les U_1, U'_1, ... désignent tous les termes en ρ, ρ', δ, de sorte que l'on a

$$\mathrm{R}_1 = \alpha_1 - \mathrm{U}_1,\quad \mathrm{R}_2 = \beta_1 - \mathrm{U}'_1,\quad \ldots,\quad \mathrm{K}_3 = \gamma_3 - \mathrm{V}_0.$$

» Par l'intégration du système (7), huit nouvelles constantes d'intégration s'introduiront. Nous les désignerons par η, η', ζ, $\varkappa$ et π, π', ω, ω' et nous nous proposerons de développer les intégrales des systèmes (1) et (3), ou, ce qui revient au même, des systèmes (5), (6) et (7) suivant les puissances des constantes η, η', ζ, $\varkappa$. Sans entrer ici dans des discussions sur les conditions de convergence, nous supposerons que ces constantes aient des valeurs telles que les développements obtenus par notre voie soient toujours convergents.

» De plus, il faut remarquer que nous dirons qu'un terme quelconque est de l'ordre $i + i' + j + k$, i, i', j, k étant des nombres entiers et positifs, s'il a le facteur $\eta^i \eta'^{i'} \zeta^j \mathrm{K}^k$. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur le ricochet des projectiles sphériques à la surface de l'eau.* Note de M. E. DE JONQUIÈRES.

« Les auteurs qui ont écrit sur l'artillerie s'accordent à dire que les projectiles sphériques ricochent parfaitement sur l'eau, et que ce genre de tir peut être très efficace; mais aucun, à ma connaissance, ne développe les motifs théoriques de cette opinion expérimentale. Le général Ho-

ward Douglas relate, dans son Traité d'artillerie navale, de nombreuses expériences de tir exécutées à Portsmouth, il y a une trentaine d'années. Il cite, entre autres, ce fait que le boulet sphérique de 32 pounder (environ le $0^m,16$ français), lancé horizontalement avec la vitesse initiale de 455^m par seconde, fournit *en moyenne* 22 ricochets et atteint la portée de 2470^m.

» Cette portée, considérable eu égard à l'espèce de bouche à feu et de projectile, prouve *expérimentalement* que les ricochets sur l'eau ralentissent peu la vitesse du boulet, car les Tables de tir indiquant qu'après un trajet de 2470^m la vitesse du boulet est réduite à 124^m par la seule résistance de l'air, si l'on suppose (ce qui est certainement exagéré) que le boulet arrive sans vitesse à la fin de son vingt-deuxième bond, on est conduit à admettre que les 22 ricochets n'ont absorbé ensemble que ces 124^m de vitesse, augmentés toutefois d'une trentaine de mètres, de façon à tenir compte de ce que, dans ce cas, par suite des ralentissements brusques causés par les ricochets successifs, la résistance de l'air n'absorbe finalement, à elle seule, pour un même trajet horizontal parcouru, qu'une moindre part de la vitesse du boulet que dans le cas d'une trajectoire *de plein fouet*. Cette diminution totale de 150^m à 160^m ne doit sans doute pas être également répartie sur chaque ricochet. Cependant si, d'une part, la vivacité plus grande du choc tend à accroître le chiffre de cette diminution dans les premiers ricochets aux dépens des derniers; d'autre part, les angles d'incidence sont plus faibles pour ceux-là que pour ceux-ci, et l'on peut admettre que ces deux causes opposées produisent une sorte de compensation, qui autorise à attribuer à tous les ricochets une influence égale, se traduisant, pour chacun d'eux, par une absorption de vitesse d'environ 7^m seulement.

» Cette conclusion, qui se vérifie, dans la pratique, peut aussi être confirmée par le calcul. Pour cela, il suffit de calculer, pour un enfoncement *donné* du boulet, quelle perte de vitesse la résistance de l'eau lui ferait éprouver.

» Or, si l'on appelle T le travail mécanique engendré par cette résistance *pendant la très courte durée du trajet du boulet dans l'eau*, lors du ricochet que l'on considère (le premier par exemple), et qu'on écrive, conformément aux principes de la Mécanique,

$$T = Mv\,dv,$$

M désignant la masse du projectile et v sa vitesse, on tirera de cette équa-

tion la valeur cherchée, savoir

$$(1)\qquad dv = \frac{1}{M}\frac{T}{v}.$$

» Supposons, ce qui est conforme à la réalité pour le cas du tir horizontal (avec le canon de $0^m,16$ et la vitesse initiale précitée), que le premier angle de chute soit égal à $1°$. Soient, pour un instant quelconque du ricochet, x l'abscisse du centre du boulet comptée à partir du point où la surface du projectile a commencé à toucher l'eau, et y la quantité dont le boulet est immergé à cet instant. L'angle d'incidence étant de $1°$ par hypothèse, on a

$$y = 0,0087x.$$

Soit aussi r le rayon du boulet et écrivons, pour abréger,

$$z = 1 - 0,0087\frac{x}{r}.$$

On trouve sans difficulté

$$(2)\qquad T = 2\int_a^0 R\,dx = 100\,K v^2 r^2 \int_a^0 \left(\arccos z - z\sqrt{1-z^2}\right) dx,$$

formule dans laquelle le coefficient K, relatif à la résistance de l'eau contre une calotte sphérique, peut être pris égal à $\frac{2}{3}$, et la limite a de l'intégrale est la valeur de x correspondant à l'immersion maximum.

» Cette intégrale, calculée exactement, a une forme compliquée qui se prêterait mal au calcul numérique. Il est préférable, pour le but qu'on se propose, de la calculer par les quadratures.

» Supposant, par exemple, que le boulet s'enfonce de $0^m,02$, c'est-à-dire du huitième de son diamètre, on trouve ainsi

$$T = 17300^{kgm},$$

d'où l'on tire, par la formule (1),

$$dv = 28^m,4;$$

résultat qu'on vérifie d'ailleurs autrement.

» Ainsi une immersion du boulet, à son premier ricochet, de $0^m,02$ seulement, lui ferait perdre près de 29^m de vitesse, c'est-à-dire quatre fois autant qu'en indiquent les expériences de Portsmouth. Cet enfoncement, excédant de beaucoup la réalité, est inadmissible. L'analyse qui précède démontre donc, comme on l'admettait déjà, que, sous de faibles angles

d'incidence, le boulet sphérique ricoche *en ne pénétrant que très peu dans l'eau*, comme ces caillous qui, lancés adroitement, ne font que raser la surface.

» Quant à l'angle de *réflexion*, sous lequel le boulet se relève, il excède toujours l'angle d'incidence, mais seulement d'un petit nombre de minutes ; car, s'il en était autrement, comme les angles d'incidence, ou angles *de chute*, vont sans cesse en croissant par la nature même de la trajectoire dans l'air, l'obliquité de cette courbe atteindrait, bien avant le vingt-deuxième bond, l'angle de 6°, qui marque la limite *normale* de l'angle sous lequel le ricochet est possible à la surface de la mer, c'est-à-dire sa limite moyenne, indépendante des irrégularités accidentelles, provenant de la forme des vagues et du mouvement de rotation que peut avoir le boulet, qui peuvent se produire indifféremment dans un sens ou dans l'autre.

» En attribuant à l'angle de réflexion une valeur supérieure de 8′, en moyenne, à celle de l'angle de la chute, des Tables de ricochet furent calculées, il y a plusieurs années, pour toutes les bouches à feu d'une escadre, et, sur 1500 coups de canon dirigés, à 900^{m} de distance, contre des murailles de vaisseaux figurées en vraie grandeur sur la falaise abrupte de la côte, et pointés les uns de plein fouet, les autres horizontalement, de manière à atteindre le but après avoir ricoché, l'avantage de ce dernier tir sur l'autre, bien que ce dernier fût assez précis, se traduisit par $\frac{14}{13}$.

» Avec les projectiles ogivaux actuellement en usage, il n'en serait pas de même, car on observe que le premier ricochet notamment se fait sous un angle en général très relevé et sans régularité, ce qui tient à la forme ogivale de la surface par laquelle le boulet se met d'abord en contact avec la surface de l'eau. Mais les conséquences que je me proposais de mettre en relief n'en conservent pas moins leur intérêt propre, et elles me semblent parfaitement établies par ce que je viens de dire, théoriquement aussi bien qu'expérimentalement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des intégrales abéliennes.* Note de M. E. Goursat, présentée par M. Hermite.

« On suppose ordinairement, dans la théorie générale des intégrales abéliennes de seconde et de troisième espèce, que ces intégrales restent finies dans le voisinage des points critiques. Cependant il peut être utile, dans certaines circonstances, de considérer des intégrales dont les points de discontinuité coïncident précisément avec ces points de ramification. Le but

de cette Note est d'indiquer une méthode générale permettant d'obtenir l'expression de pareilles fonctions. Il n'y a rien à ajouter en ce qui concerne les intégrales de troisième espèce; dans l'expression de $\prod_{(\xi', \eta')}^{(\xi, \eta)}$, on peut en effet supposer que l'un des points critiques logarithmiques coïncide avec un point de ramification (α, β) d'ordre $n-1$; la variation de cette intégrale sera alors égale à $2i\pi$ lorsque la variable x décrira n lacets successifs sur le plan autour du point $x = \alpha$. Il en est tout autrement des intégrales normales de seconde espèce $Z(\xi, \eta)$, qui deviennent infinies lorsque le point (ξ, η) vient coïncider avec un point de ramification. Il y a donc lieu de rechercher un nouvel élément analytique pour exprimer les intégrales admettant pour pôle un point de ramification.

» Je suppose que l'équation $f(x, y) = 0$, de degré m et de genre p, présente un terme en y^m et que les m valeurs du rapport $\frac{y}{x}$ pour $x = \infty$ soient distinctes et finies.

» Soit S la surface de Riemann correspondante, et rendons-la simplement connexe au moyen des coupures a et b (voir la *Thèse* de M. Simart, p. 88 et suivantes). Soit $V(x, y)$ une intégrale abélienne finie et continue dans le voisinage de tout point de la surface de Riemann, sauf dans le voisinage du point de ramification d'ordre $n-1$, $(x = \alpha, y = \beta)$ qu'elle admet comme pôle d'ordre m; de telle sorte que l'on a dans le voisinage de ce point

$$V(\xi, \eta) = A_1(\xi - a)^{-\frac{m}{n}} + A_2(\xi - a)^{-\frac{m-1}{n}} + \ldots + A_m(\xi - a)^{-\frac{1}{n}} + P\left[(\xi - a)^{\frac{1}{n}}\right],$$

P désignant une série convergente ordonnée suivant les puissances positives de $(\xi - a)^{\frac{1}{n}}$. On peut toujours ajouter à cette intégrale une intégrale abélienne de première espèce, choisie de telle façon que les modules de périodicité relatifs aux coupures a soient nuls; c'est ce que je ferai désormais. Ceci posé, considérons l'intégrale définie

$$\int V(\xi, \eta) Z(\xi, \eta)\, d\xi,$$

prise le long du contour complet de la surface dans le sens direct. On a, pour expression générale de cette intégrale définie,

$$\sum_{\nu=1}^{\nu=p} (A_{\mu}^{(\nu)} B_{\mu'}^{(\nu)} - A_{\mu'}^{(\nu)} B_{\mu}^{(\nu)}),$$

où les A et les B désignent les modules de périodicité des deux intégrales

$$V(\xi, \eta), \quad \int Z(\xi, \eta)\, d\xi = \prod_{\xi', \eta'}^{\xi, \eta}$$

(Simart, *loc. cit.*, p. 108). Les modules de périodicité relatifs aux coupures a étant nuls pour les deux intégrales, il en résulte que la somme précédente est identiquement nulle. D'autre part, cette somme est égale, d'après le théorème de Cauchy, au produit de $2i\pi$ par la somme des résidus de la fonction

$$V(\xi, \eta) Z(\xi, \eta)$$

sur toute la surface, ou, comme il est facile de s'en assurer, à

$$2i\pi V(x_0, y_0) - 2i\pi V(x, y) + 2i\pi R(\alpha, \beta),$$

$R(\alpha, \beta)$ désignant le résultat relatif au pôle $x = \alpha$, $y = \beta$. Pour évaluer ce résidu, je remarque que le point $\xi = a$ est un pôle d'ordre $n - 1$ pour $Z(\xi, \eta)$, et l'on a dans le domaine de ce point

$$Z(\xi, \eta) = (\xi - a)^{-1+\frac{1}{n}} \left[Z(a, b) + \frac{(\xi - a)^{\frac{1}{n}}}{1} Z^{(1)}(a, b) + \frac{(\xi - a)^{\frac{2}{n}}}{1.2} Z^{(2)}(a, b) + \ldots + \frac{(\xi - a)^{\frac{m-1}{n}}}{1.2\ldots(m-1)} Z^{(m-1)}(a, b) + \ldots \right];$$

les quantités $Z(a, b), \ldots, Z^{(i)}(a, b)$ n'ont plus tout à fait le même sens que lorsque le point (a, b) est un point ordinaire de la surface. Toutefois, comme l'ambiguïté ne paraît pas possible, je conserverai cette notation. Le résidu $R(\alpha, \beta)$ aura donc pour valeur (voir Appell, *Acta mathematica*, t. I, p. 114)

$$n \left[A_m Z(a, b) + A_{m-1} \frac{Z^{(1)}(a, b)}{1} + \ldots + A_1 \frac{Z^{(m-1)}(a, b)}{1.2\ldots(m-1)} \right],$$

et l'on en déduit la formule

$$V(x, y) = V(x_0, y_0) + n \left[A_m Z(a, b) + \ldots + A_1 \frac{Z^{(m-1)}(a, b)}{1.2\ldots(m-1)} \right].$$

Ceci nous conduit à prendre comme éléments essentiels des intégrales considérées les fonctions $Z^{(h)}(a, b)$. Les propriétés de ces intégrales sont faciles à déduire de leur expression au moyen des fonctions Θ. Ainsi on établit sans difficulté que $Z^{(h)}(a, b)$ est partout finie et continue, sauf au

point $x = a$, $y = b$ qu'elle admet comme pôle d'ordre $h+1$, que les modules de périodicité relatifs aux coupures a sont nuls. Le module de périodicité relatif à la coupure b_i sera égal à $\varphi_i^{(h)}(a, b)$, en supposant qu'on ait, dans les environs du point $x = a$, $y = b$,

$$\varphi_i(x, y) = (\xi - a)^{-\frac{n-1}{n}} \left[\varphi_i(a, b) + \frac{(\xi - a)^{\frac{1}{n}}}{1} \varphi_i^{(1)}(a, b) + \ldots \right.$$
$$\left. + (\xi - a)^{\frac{h}{n}} \frac{\varphi_i^{(h)}(a, b)}{1.2\ldots h} + \ldots \right],$$

$\varphi_i(x, y)$ désignant la dérivée de l'intégrale normale de première espèce $u^{(i)}(x, y)$. On le voit en prenant l'intégrale définie $\int Z^{(h)}(a, b)\varphi_i(x, y)\,dx$ le long du contour complet de la surface.

» Les intégrales $Z^{(h)}(\alpha, b)$ jouent absolument le même rôle que les intégrales normales de seconde espèce où le pôle est un point ordinaire, soit dans le théorème de Riemann-Roch, soit dans la théorie générale des fonctions uniformes d'un point analytique (x, y). Elles interviennent en particulier dans l'expression des fonctions rationnelles qui sont les dérivées des intégrales de première espèce; on sait, en effet, que ces dérivées ne peuvent devenir infinies qu'aux points critiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de Riemann relatif aux fonctions de* n *variables indépendantes admettant* $2n$ *systèmes de périodes.* Note de MM. **H. Poincaré** et **E. Picard**, présentée par M. Hermite.

« Les fonctions Θ de n variables indépendantes permettent, comme on sait, de former des fonctions uniformes de n variables avec $2n$ systèmes de périodes. Ces périodes ne sont pas arbitraires, car elles satisfont à $\frac{n(n-1)}{2}$ relations bien connues. Dans une conversation avec M. Hermite, lors de son voyage à Paris, en 1860, Riemann avait affirmé que ces relations devaient nécessairement exister entre les $2n$ systèmes de périodes de fonction uniforme de n variables, $2n$ fois périodique [1], tout au moins après une transformation de degré convenable effectuée sur ces périodes, mais il n'a

[1] M. Hermite a énoncé, d'après Riemann, ce théorème dans une Note faisant suite à la sixième édition du Traité de Lacroix.

jamais indiqué la marche qui l'a conduit à cette importante proposition. M. Weierstrass aurait depuis annoncé à quelques-uns de ses élèves qu'il possédait une démonstration du théorème précédent, mais l'illustre géomètre de Berlin n'a jamais, à notre connaissance, publié ni indiqué la méthode dont il a fait usage.

» La proposition énoncée peut se démontrer aisément à l'aide des considérations suivantes. Soit

$$\text{(I)} \qquad \left\{ \begin{array}{l} \omega_{11}\,\omega_{12}\ldots\omega_{1,2n}, \\ \omega_{21}\,\omega_{22}\ldots\omega_{2,2n}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ \omega_{n1}\,\omega_{n2}\ldots\omega_{n,2n} \end{array} \right.$$

un système irréductible de $2n$ périodes simultanées des n variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_n$. On sait, d'après M. Weierstrass (*Monatsbericht*, 1862), qu'entre $(n+1)$ fonctions $2n$ fois périodiques de n variables, existe une relation algébrique; soit, en désignant ces fonctions par u_1, $u_2, \ldots, u_{n+1}$,

$$f(u_1, u_2, \ldots, u_{n+1}) = 0,$$

et l'on peut choisir $(n+1)$ fonctions, de telle sorte que toute autre fonction admettant les mêmes périodes s'exprime rationnellement à l'aide de $u_1, u_2, \ldots, u_{n+1}$.

» Cela posé, on établit que les fonctions $u_1, u_2, \ldots, n_n$ satisfont au système d'équations aux différentielles totales

$$\begin{array}{l} dx_1 = P_{11}\,du_1 + P_{12}\,du_2 + \ldots + P_{1n}\,du_n, \\ dx_2 = P_{21}\,du_1 + P_{22}\,du_2 + \ldots + P_{2n}\,du_n, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ dx_n = P_{n1}\,du_1 + P_{n2}\,du_2 + \ldots + P_{nn}\,du_n, \end{array}$$

où les P sont fonctions rationnelles de $u_1, u_2, \ldots, u_n, u_{n+1}$.

» $x_1, x_2, \ldots, x_n$ sont donc des intégrales de différentielles totales algébriques admettant le système des périodes (I). Posons maintenant

$$u_1 = \varphi_1(t),\ u_2 = \varphi_2(t),\ \ldots,\ u_n = \varphi_n(t),$$

les φ étant des fonctions rationnelles, absolument arbitraires, d'une variable t; $x_1, x_2, \ldots, x_n$ deviendront des fonctions $X_1, X_2, \ldots, X_n$ de la seule variable t, et ce seront des intégrales abéliennes de première espèce correspondant à la relation algébrique entre t et u_{n+1},

$$f(\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_n, u_{n+1}) = 0.$$

On remarquera d'abord que ces n intégrales seront linéairement indépendantes, si les φ sont pris d'une manière arbitraire; on voit ensuite que chaque système de périodes correspondantes des intégrales $X_1, X_2, \ldots, X_n$ sera nécessairement de la forme

$$\begin{aligned} &m_1\omega_{11} + m_2\omega_{12} + \ldots + m_{2n}\omega_{1,2n},\\ &m_1\omega_{21} + m_2\omega_{22} + \ldots + m_{2n}\omega_{2,2n},\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ &m_n\omega_{n1} + m_n\omega_{n,2} + \ldots + m_n\omega_{n,2n}, \end{aligned}$$

où les m sont des entiers. En écrivant la relation entre les périodes de deux intégrales quelconques X_α et X_β, on aura donc

$$(2)\qquad \sum_{i=1}^{i=2n}\sum_{k=1}^{k=2n} c_{ik}\,\omega_{\alpha i}\,\omega_{\beta k} = 0,$$

les c étant des entiers indépendants de α et β, et l'on a de plus $c_{ii} = 0$, $c_{ik} = -c_{ki}$.

» Le déterminant $|c_{ik}|$ d'ordre $2n$, qui est un déterminant gauche, sera un carré parfait m^2.

» Admettons pour un instant que m ne soit pas nul; on établira sans peine qu'en effectuant sur les périodes ω une transformation d'ordre m, c'est-à-dire en remplaçant les périodes ω par des périodes Ω qui en soient des fonctions linéaires à coefficients entiers de déterminant égal à m, la relation entre les périodes de X_α et X_β devient, quels que soient α et β,

$$\begin{aligned} \Omega_{\alpha,1}\Omega_{\beta,2} - \Omega_{\alpha,2}\Omega_{\beta,1} + \Omega_{\alpha,3}\Omega_{\beta,4} - \Omega_{\alpha,4}\Omega_{\beta,3} + \ldots \\ + \Omega_{\alpha,2n-1}\Omega_{\beta,2n} - \Omega_{\alpha,2n}\Omega_{\beta,2n-1} = 0, \end{aligned}$$

et cette égalité établit le théorème de Riemann.

» Nous avons maintenant à montrer que m ne peut être nul; nous nous appuierons pour cela sur la remarque suivante, qui résulte immédiatement d'un théorème fondamental de Riemann. Si l'on pose

$$\omega_{\alpha i} = A_{\alpha i} + B_{\alpha i}\sqrt{-1},$$

la somme

$$\sum_{i=1}^{i=2n}\sum_{k=1}^{k=2n} c_{ik}\,A_{\alpha i}\,B_{\alpha k}$$

est certainement différente de zéro. Cela admis, nous démontrons que, si le déterminant $|c_{ik}| = 0$, on peut, par une transformation de degré conve-

nable, remplacer le système des ω par un système de Ω, la relation (2)

$$\Omega_{\alpha 1}\Omega_{\beta,2} - \Omega_{\alpha,2}\Omega_{\beta,1} + \ldots + \Omega_{\alpha,2r-1}\Omega_{\beta,2r} - \Omega_{\alpha,2r}\Omega_{\beta,2r-1} = 0,$$

où r est moindre que n. De plus, puisque r est moindre que n, on peut, en considérant une combinaison linéaire convenable de $X_1, X_2, \ldots, X_n$ (laquelle ne peut être identiquement nulle, puisque les X sont linéairement indépendants), supposer, en gardant les mêmes notations, que

$$\Omega_{\alpha,1} = \Omega_{\alpha,3} = \ldots = \Omega_{\alpha,2r-1} = 0;$$

mais, d'après la remarque précédente, si l'on pose

$$\Omega_{\alpha,i} = A_i + B_i\sqrt{-1},$$

la somme

$$A_1 B_2 - A_2 B_1 + A_3 B_4 - A_4 B_3 + \ldots + A_{2r-1} B_{2r} - A_{2r} B_{2r-1}$$

n'est pas nulle, ce qui nous amène à une contradiction, puisque, ici,

$$A_1 = B_1 = 0, \quad A_3 = B_3 = 0, \quad \ldots, \quad A_{2r-1} = B_{2r-1} = 0.$$

Le déterminant ne peut donc être nul, et la démonstration est complète.

» On déduit immédiatement du théorème qui vient d'être établi cette conséquence bien digne d'intérêt : *toute fonction* $2n$ *fois périodique de* n *variables indépendantes peut être exprimée au moyen des fonctions* Θ. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la courbe du quatrième degré à deux points doubles.* Note de M. **Humbert**, présentée par M. Jordan.

« Les coordonnées des points d'une courbe S du quatrième degré, de genre un, peuvent se mettre sous la forme

$$(1) \qquad X_i = A_i P_1(t) + B_i P_2(t) + C_i P_3(t) + D_i P_4(t) \qquad (i = 1, 2, 3),$$

étant posé

$$(2)\; P_{j+1}(t) = \theta_3\left(t + j\frac{\omega}{n}, \omega, \omega'\right) = \sum_{-\infty}^{+\infty} e^{m^2 i\pi\frac{\omega'}{\omega} + 2mi\frac{\pi t}{\omega}} e^{\frac{mi\pi}{2}} \qquad (j = 0, 1, 2, 3).$$

» On peut écrire, x_1, x_2, x_3 étant fonctions linéaires de X_1, X_2, X_3 :

$$(3) \qquad \begin{cases} x_1 = P_1 - P_3 + \lambda(P_1 + P_3), \\ x_2 = P_2 + P_4 + \mu(P_1 + P_3), \\ x_3 = P_2 - P_4 + \nu(P_1 + P_3), \end{cases}$$

λ, μ, ν étant des constantes.

» Les arguments t, $t+\omega$, $t+4\omega'$ donnent le même point de la courbe.

» Nous appellerons *points conjugués* dans un système σ deux points de la courbe S, dont les arguments ont σ pour somme; *systèmes principaux* les quatre systèmes $0, \frac{\omega}{2}, 2\omega', 2\omega'+\frac{\omega}{2}$; *systèmes semi-principaux* les douze systèmes obtenus en ajoutant à l'une des quantités $\frac{\omega}{4}, \omega', \omega'+\frac{\omega}{4}$ l'une des quantités $0, \frac{\omega}{2}, 2\omega', 2\omega'+\frac{\omega}{2}$.

» On démontre aisément que :

» 1° Les droites joignant deux points conjugués dans le système σ enveloppent une conique tangente à S en quatre points situés sur une conique passant par les deux points doubles;

» 2° Les droites joignant deux points conjugués dans un des systèmes principaux passent par un point fixe, que nous appellerons un *centre*. Il y a quatre centres correspondant à chacun des systèmes

$$0, \frac{\omega}{2}, 2\omega', 2\omega'+\frac{\omega}{2},$$

et dont les coordonnées sont

$$(0, 0, 1); \quad (1, 0, 0); \quad (0, 1, 0); \quad (\lambda, \mu, \nu).$$

Ces quatre points sont ceux où se coupent deux tangentes doubles de S, dont les quatre points de contact sont sur une conique passant par les deux points doubles.

» Les arguments des quatre points où une droite

$$a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 = 0$$

coupe S vérifient l'équation

$$\begin{aligned}\varphi(t) = a_1(\mathrm{P}_1 - \mathrm{P}_3) + a_2(\mathrm{P}_2 + \mathrm{P}_4) + a_3(\mathrm{P}_2 - \mathrm{P}_4) \\ + (\lambda a_1 + \mu a_2 + \nu a_3)(\mathrm{P}_1 + \mathrm{P}_3) = 0.\end{aligned}$$

On a

$$\begin{aligned}\varphi\left(\frac{\omega}{4} - t\right) = a_1(\mathrm{P}_4 - \mathrm{P}_2) + a_2(\mathrm{P}_1 + \mathrm{P}_3) + a_3(\mathrm{P}_3 - \mathrm{P}_1) \\ + (\lambda a_1 + \mu a_2 + \nu a_3)(\mathrm{P}_2 + \mathrm{P}_4).\end{aligned}$$

» Les quatre points de S dont les arguments vérifient $\varphi\left(\frac{\omega}{4} - t\right) = 0$

seront sur une droite si l'on a

$$a_1(\lambda\mu - \nu) + a_2(\mu^2 - 1) + a_3(\mu\nu - \lambda) = 0.$$

» On en conclut aisément que cette seconde droite et la première droite considérée passent par un point fixe, de coordonnées $\lambda\mu - \nu$, $\mu^2 - 1$, $\mu\nu - \lambda$, et, par suite :

» 3° A chaque système semi-principal correspond un point O, tel que les quatre conjugués dans ce système des points où S est coupée par une droite quelconque A, issue de O, sont sur une droite B, passant par O; nous appellerons O un *semi-centre*.

» Les droites A et B sont en involution.

» Le segment déterminé par deux points conjugués dans un système semi-principal est partagé harmoniquement par deux droites fixes, concourant au semi-centre correspondant.

» Il résulte des propriétés 1°, 2°, 3° que les centres et semi-centres sont définis géométriquement et indépendamment des quantités ω, ω'. On déduirait aisément de ce qui précède des propriétés de ces points; nous nous bornerons à la remarque suivante :

» Les coordonnées des centres et semi-centres ne dépendent que des constantes λ, μ, ν, et nullement de la quantité $q = e^{\pi i \frac{\omega'}{\omega}}$, qui figure dans les équations (1), (2) et (3); il en résulte que toutes les courbes représentées par les équations (1), où $A_i, \ldots, D_i$ sont des constantes données, et où q prend successivement toutes les valeurs qu'il peut prendre, ont mêmes centres et semi-centres; on a la même conclusion pour les courbes du quatrième degré représentées par les équations

$$X_i = \text{fonction rationnelle}\left[t, \sqrt{(1-t^2)(1-k^2t^2)}\right] \qquad (i = 1, 2, 3),$$

où le module k varie d'une courbe à l'autre.

» La proposition inverse est également vraie.

» On démontre aisément que le lieu des points doubles des courbes S ayant mêmes centres et semi-centres est une courbe du sixième degré, admettant comme points doubles les quatre centres donnés, et les points de rencontre des côtés opposés et des diagonales du quadrilatère des centres, et passant par les douze semi-centres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration d'une fonction rationnelle homogène.* Note de M. C. Stéphanos, présentée par M. Jordan.

« 1. Dans une précédente Communication (*Comptes rendus* du 12 novembre 1883), j'ai eu l'occasion d'indiquer comment, étant données trois formes binaires $\varphi = \varphi_x^k$, $\beta = \beta_x^m$, $\gamma = \gamma_x^n$ (où $k \geqq m + n - 1$), on peut obtenir l'expression générale des formes $B = B_x^{k-m}$ et $C = C_x^{k-n}$ satisfaisant à la relation $A\varphi + B\beta + C\gamma = 0$, où A désigne le résultant des deux formes β et γ.

» Dans la Note actuelle, je vais d'abord considérer (n° 2) ce que devient le problème précédent lorsqu'on suppose

$$\beta = \frac{1}{m+1}\frac{\partial f}{\partial x_1}, \quad \gamma = \frac{1}{m+1}\frac{\partial f}{\partial x_2}, \qquad (f = a_x^{m+1}).$$

» Je passerai ensuite (n° 3) à un autre problème plus général, lequel permet d'obtenir la solution de cette question :

» *Étant données deux formes binaires φ et f, dont les ordres k et $m+1$ sont tels que $k + 2 = (m+1)(n+1)$ et dont la seconde f n'admet que des facteurs linéaires simples, calculer directement la partie algébrique et la partie transcendante de l'intégrale*

$$\int \frac{\varphi}{f^{n+1}}(x_1\,dx_2 - x_2\,dx_1),$$

sans recourir à la décomposition en fractions simples de $\frac{\varphi}{f^{n+1}}$.

» La solution que nous donnons de cette question n'est pas sans présenter beaucoup d'analogie avec la méthode remarquable, relative à l'intégration d'une fonction rationnelle quelconque, exposée par M. Hermite dans son *Cours d'Analyse*. Et, précisément, c'est en nous guidant par la méthode de M. Hermite, et aussi en nous efforçant de n'introduire que des covariants, que nous sommes parvenu à ce résultat.

» 2. Le problème que je dois considérer d'abord est le suivant :

» *Etant données deux formes binaires $\varphi = \varphi_x^{m_1+m-1}$ et $f = a_x^{m+1}$ (où $m_1 \geqq m$), dont la seconde a son discriminant D différent de zéro, trouver l'expression générale des formes binaires $s = s_x^{m_1}$ et $t = t_x^{m_1-2}$ satisfaisant à la relation*

$$\text{(1)} \qquad D\varphi = (f, s)_1 + ft.$$

» Représentons par $\Delta = \Delta_x^{2m-2}$ la forme définie par les relations

$$(\Delta, f)_m = 0, \quad (\Delta, f)_{m+1} = 0,$$

et prenons D égal à

$$D = -\tfrac{1}{2}(\Delta, H)_{2m-1}, \quad \text{où} \quad H = (f, f)_2.$$

» Cela posé, on aura un premier système s_1, t_1 de valeurs des formes s, t, satisfaisant à la relation (1), en prenant

$$s_1 = (\Delta, \sigma)_{2m-2}, \quad t_1 = (\Delta, \tau)_{2m-2}, \tag{2}$$

où nous avons désigné par σ, τ les formes

$$(2')\quad \begin{cases} \sigma = \sigma_y^{2m-2} = a_x(a_x^m \varphi_y^m - a_y^m \varphi_x^m)\varphi_x^{m_1-m}\varphi_y^{m-1} : (xy), \\ \tau = \tau_y^{2m-2} = \Big[(a\varphi)\, a_y^m \varphi_x^{m_1-1}\varphi_y^{m-1} - \dfrac{m_1-m}{m_1}(a\varphi)\, a_x^m \varphi_x^{m_1-m-1}\varphi_y^{2m-1} \\ \qquad\qquad - \dfrac{a_y(a_x^m\varphi_y^m - a_y^m\varphi_x^m)\varphi_x^{m_1-m}\varphi_y^{m-1}}{m_1(xy)}\Big] : (xy). \end{cases}$$

» Je dirai que le système des formes $s = s_1$, $t = t_1$, déterminé par les formules (2), (2′), constitue la *solution principale* de la relation (1). Quant à l'expression générale des formes s, t satisfaisant à cette relation (1), elle est donnée par les formules

$$s = s_1 + \frac{m_2}{m_1} g f, \quad t = t_1 + (g, f)_1,$$

où g désigne une forme arbitraire d'ordre $m_2 = m_1 - m - 1$.

» **3.** Le problème précédent peut maintenant conduire à la résolution d'un autre plus général dont voici l'énoncé :

» *Etant données deux formes binaires φ et f, dont les ordres $m_1 + m - 1$ et $m + 1$ soient tels que*

$$m_1 + m - 1 \geqq (m+1)(n+1) - 3,$$

on demande l'expression générale des formes S *et* T, *d'ordres respectifs m_1 et $m_1 - (n+1)$, satisfaisant à la relation*

$$D^n \varphi = (f, S)_1 + f^n T, \tag{3}$$

où D *désigne le discriminant de f, supposé différent de zéro.*

» Soient s_1, t_1; s_2, t_2; ...; s_n, t_n les solutions principales des n relations suivantes :

$$(4)\quad \begin{cases} D\varphi = (f, s_1)_1 + f t_1, \\ D t_1 = (f, s_2)_1 + f t_2, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots, \\ D t_{n-1} = (f, s_n)_1 + f t_n. \end{cases}$$

» On voit que les formes s_i, t_i seront des covariants simultanés des deux formes φ et f, de premier degré par rapport aux coefficients de φ et de degré

$i(2m-1)$ par rapport aux coefficients de φ. De plus, l'ordre m_i de la forme s_i (par rapport aux variables) est égal à

$$m_i = m_1 - (i-1)(m+1),$$

tandis que l'ordre de t_i est égal à $m_i - 2$.

» Si l'on désigne maintenant, de plus, par s_{n+1} une forme arbitraire d'ordre

$$m_{n+1} = m_1 - n(m+1),$$

l'expression générale des formes S *et* T *satisfaisant à la relation* (3) *sera*

$$(5) \qquad S = m_1\left(\sum_{i=1}^{i=n+1} \frac{1}{m_i} D^{n-i} f^{i-1} s_i\right), \quad T = t_n - (f, s_{n+1})_1.$$

» 4. Supposons maintenant que l'ordre de la forme φ soit inférieur de deux unités à celui de f^{n+1}, et envisageons les deux formes

$$S = m_1\left(\sum_{i=1}^{i=n} \frac{1}{m_i} D^{n-i} f^{i-1} s_i\right), \quad T = t_n,$$

lesquelles satisfont à la relation (3) et constituent évidemment des covariants simultanés des deux formes φ et f.

» Comme on a dans ce cas

$$d\frac{S}{f^n} = (m+1)n^2 \frac{(f, S)_1}{f^{n+1}}(x_1\,dx_2 - x_2\,dx_1),$$

on devra avoir

$$D^n \int \frac{\varphi}{f^{n+1}}(x_1\,dx_2 - x_2\,dx_1) = \frac{1}{(m+1)n^2}\frac{S}{f^n} + \int \frac{T}{f}(x_1\,dx_2 - x_2\,dx_1),$$

formule qui fait connaître la partie algébrique et la partie transcendante de l'intégrale qui figure dans le premier membre.

» 5. La détermination des formes s_i, t_i est particulièrement facile dans le cas où la forme f est du second ordre $(m=1)$. Dans ce cas, on peut prendre

$$D = \frac{1}{2}(f, f)_2, \quad s_1 = (\varphi, f)_1, \quad t_1 = \frac{m_1 - 1}{m_1}(\varphi, f)_2,$$

par suite de quoi on devra avoir

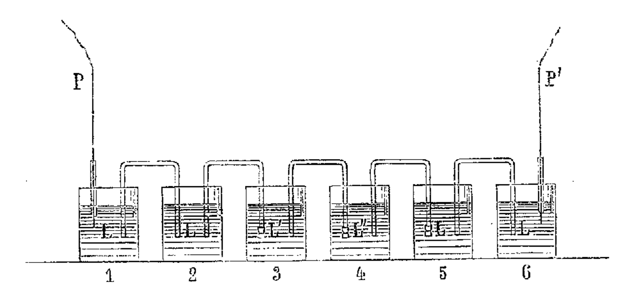
$$s_i = \frac{(m_1-1)(m_1-3)\ldots(m_1-2i+3)}{m_1(m_1-2)\ldots(m_1-2i)}(\varphi, f^i)_{2i-1},$$

$$t_i = \frac{(m_1-1)(m_1-3)\ldots(m_1-2i+1)}{m_1(m_1-2)\ldots(m_1-2i+2)}(\varphi, f^i)_{2i}. \text{ »}$$

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la différence de potentiel de couches électriques qui recouvrent deux liquides au contact.* Note de MM. E. **Bichat** et R. **Blondlot** (suite) [1], présentée par M. Jamin.

« Avant de donner les résultats numériques, nous indiquerons une simplification dans la recherche des différences électriques entre les divers liquides.

» Il est aisé de voir qu'il suffit, pour connaître les différences électriques des liquides L', L'', L''', ..., pris deux à deux, de déterminer la différence électrique entre chacun de ces liquides et un liquide quelconque L, toujours le même. En effet, soit, par exemple, à trouver la différence $L'|L'''$. Supposons que l'on connaisse les différences $L|L'$ et $L|L''$. Formons une pile constituée de la manière suivante : le vase (3) de la figure contient le liquide L', le vase (4) contient le liquide L''. Ces vases sont réunis par un siphon fermé par une membrane et rempli du liquide L'. Les vases (2) et (5) contiennent le liquide de L; ils sont reliés par deux siphons, munis de



membranes et remplis du liquide L, respectivement aux vases (3) et (4). Les vases (1) et (6) contiennent également le liquide L et sont réunis par des siphons aux vases (2) et (5). Dans les vases extrêmes plongent des fils de platine P et P' scellés dans des tubes de verre. Les vases (2) et (5) sont destinés à empêcher les liquides L' et L'' d'arriver par diffusion jusque dans les vases (1) et (6) qui contiennent les électrodes; celles-ci sont ainsi entourées du liquide L toujours parfaitement pur.

» Mesurons, par le procédé ordinaire de compensation, la force électromotrice de cette pile définie par la différence de potentiel entre les

---

(1) Voir *Comptes rendus* de la séance précédente.

électrodes P et P′, ou $V_P - V_{P'}$. Soit E cette force électromotrice. On a

$$E = L|P + L'|L + L''|L' + L|L'' + P'|L.$$

» Nous représentons les deux platines par des lettres différentes P et P′ parce que, en réalité, ils ne sont jamais identiques, et que, par suite, les différences P|L et P′|L n'ont pas la même valeur. Permutons, maintenant, les vases (1) et (6); mesurons de nouveau la force électromotrice de la pile, c'est-à-dire, cette fois, $V_{P'} - V_P$. Soit E_1 cette force électromotrice. On a

$$E_1 = L|P' + L'|L + L''|L' + L|L'' + P|L.$$

Ajoutons E et E_1, il vient

$$E + E_1 = 2(L'|L + L''|L' + L|L'')$$

d'où l'on tire

$$L''|L' = \frac{E + E_1}{2} + L|L' - L|L''.$$

» Or on connaît, par hypothèse, les différences L|L′ et L|L″; la différence L″|L′ est donc déterminée.

» Par conséquent, il suffira de déterminer, au moyen de notre appareil à gouttes, les différences électriques entre un liquide L, toujours le même, et les différents liquides. Comme liquide L de comparaison, nous avons choisi une dissolution de sulfate de soude formée de 1 partie en poids de sulfate de soude et de 24 parties d'eau.

» Nous avons appliqué la méthode indirecte que nous venons de décrire à la mesure de la différence entre l'acide azotique et l'eau acidulée au $\frac{1}{10}$ en volume, et nous avons trouvé

Acide azotique ordinaire | Eau acidulée............ $0^{\text{volt}},545$ (1)

» La mesure directe effectuée au moyen de l'appareil à écoulement nous a donné — $0^{\text{volt}},544$. Ces deux nombres ne diffèrent entre eux que d'une quantité inférieure aux erreurs d'expérience.

» Voici maintenant quelques-uns des résultats que nous avons obtenus :

(1) Nous adoptons la convention ordinaire d'après laquelle la notation A|B représente la différence de potentiel $V - V_A$.

Eau acidulée par l'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$ en volume.	Dissolution normale de sulfate de soude..............	volt — 0,148
Acide azotique ordinaire du commerce.	Dissolution normale de sulfate de soude........	— 0,677
Acide chlorhydrique pur du commerce.	Dissolution normale de sulfate de soude..............	— 0,575
Dissolution de potasse : 100gr de potasse pure, 500gr d'eau.	Dissolution normale de sulfate de soude..............	+ 0,052
Dissolution de potasse : 300gr de potasse pure, 500gr d'eau.	Dissolution normale de sulfate de soude..............	+ 0,154
Dissolution de sulfate de zinc pur : 300gr de sulfate de zinc, 900gr d'eau.	Dissolution normale de sulfate de soude...............	sensiblement nulle.
Dissolution saturée de sulfate de cuivre pur.	Dissolution normale de sulfate de soude...............	sensiblement nulle.
Dissolution de sulfate de zinc pur : 300gr de sulfate de zinc, 900gr d'eau.	Dissolution saturée de sulfate de cuivre pur	sensiblement nulle.

» Chacun des nombres que nous venons de donner est le résultat de nombreuses mesures parfaitement concordantes. L'écart entre deux mesures ne dépassait pas $\frac{2}{1000}$ de Daniell, limite de sensibilité de notre électromètre. On voit que les différences électriques entre les liquides présentent une constance bien plus grande que les différences électriques entre deux métaux, ou entre un métal et un liquide. Cela provient sans doute de ce que les liquides ne conservent pas, comme dans les corps solides, les modifications de structure provenant d'actions mécaniques antérieures.

» Nous avons recherché quelle pouvait être l'influence de la température sur la différence électrique entre deux liquides. Quelques expériences négatives nous portent à penser que cette influence est négligeable pour des variations de température beaucoup plus grandes que celles qui peuvent se produire dans l'air d'un laboratoire. Du reste, toutes nos mesures ont été faites à une température qui a pu varier de 12° à 18°. »

OPTIQUE. — *Sur une expérience de M. Desains : détermination des constantes optiques d'un cristal biréfringent à un axe.* Note de M. LUCIEN LÉVY, présentée par M. Desains.

« On connaît la belle expérience de M. Desains : des rayons lumineux dirigés suivant les génératrices d'un cône de révolution tombent sur un cristal biréfringent à faces parallèles, de manière à converger en un point de la face d'entrée; l'axe du cône est normal à cette face. Si l'on reçoit les rayons émergents sur un écran parallèle au cristal, on observe deux courbes lumineuses : l'une est toujours un cercle, l'autre un ovale. Dans son *Traité de Physique*, M. Desains explique cette expérience en donnant une équation approchée de la courbe ovale.

» Nous allons démontrer que cette courbe a deux axes de symétrie et nous déduirons des mesures micrométriques, faciles à prendre sur l'écran, les constantes optiques du cristal.

» En appliquant la construction d'Huygens, on voit aisément, comme l'a remarqué M. Desains, que les rayons réfractés ordinairement formeront à la sortie du cristal un cône de révolution de même axe que le premier, ce qui explique le cercle lumineux sur l'écran. Occupons-nous des rayons extraordinaires. Soit

$$(1) \qquad Ax^2 + A'y^2 + A''z^2 + 2B'zx = 1$$

l'équation de l'ellipsoïde d'Huygens qui a pour centre le sommet du cône des rayons incidents; l'axe des x est la projection de l'axe du cristal sur la face d'entrée, l'axe des z est normal à cette face.

» En appliquant la règle d'Huygens, on trouve sans peine que les rayons extraordinaires formeront à l'intérieur du cristal un cône dont l'équation est

$$(2) \qquad \left\{ \begin{aligned} &(A^2 - A\sin^2\theta)x^2 + (A'^2 - A'\sin^2\theta)y^2 \\ &\quad + (B'^2 - A''\sin^2\theta)z^2 + 2(AB' - B'\sin^2\theta)zx = 0, \end{aligned} \right.$$

θ étant le demi-angle d'ouverture du cône des rayons incidents, et la vitesse de la lumière dans l'air étant prise pour unité.

» Ainsi la courbe de sortie sera une ellipse. On sait ensuite que les rayons reprennent hors du cristal leur direction primitive : ils vont donc former une surface gauche ayant pour base une ellipse et pour cône directeur un

cône de révolution dont l'axe est normal au plan de l'ellipse. Cette surface a à peu près l'aspect d'une surface d'égale pente et ses sections par des plans parallèles à l'ellipse différeront peu des courbes connues sous le nom de courbes parallèles à l'ellipse : en recevant les rayons émergents dans une lunette, ou simplement en interposant une lentille biconvexe entre le cristal et l'écran, on verra des courbes analogues aux belles courbes parallèles à l'ellipse et intérieures à cette courbe.

» L'étude de cette surface gauche ne peut trouver place dans cette Note; disons seulement qu'elle présente quatre éléments de surface développable le long des quatre génératrices issues des sommets de l'ellipse, et que ces quatre génératrices ont pour projections sur le plan de l'ellipse les axes mêmes de l'ellipse. Les deux génératrices situées dans le plan des zx sont les rayons émergents qui proviennent des rayons incidents situés dans le même plan; les deux autres génératrices proviennent des rayons incidents qui sont dans le plan des zy. Il résulte de là que la surface gauche a deux plans de symétrie et, par suite, toutes les sections parallèles au plan de l'ellipse (ovales de M. Desains) ont deux axes de symétrie.

» Voici maintenant comment on pourra, à l'aide de simples mesures micrométriques, déduire de l'expérience de M. Desains les deux indices principaux et l'angle de l'axe du cristal avec la face d'entrée (l'axe est dans un plan perpendiculaire à la face d'entrée mené par la ligne qui joint le centre de l'ovale au centre du cercle fourni par les rayons ordinaires et que j'appellerai, pour abréger, le *cercle ordinaire*).

» Soient

e l'épaisseur du cristal,
d la distance du cristal à l'écran,
l la distance du centre du cercle ordinaire au centre de l'ovale,
$2a'$ et $2b'$ les deux axes de l'ovale.

» Soient alors $2a$ et $2b$ les deux axes de l'ellipse de sortie des rayons extraordinaires; nous aurons

$$a = a' - d \tang\theta,$$
$$b = b' - d \tang\theta.$$

» Les éléments à calculer sont les deux indices principaux n_0 et n_e, et l'angle α de l'axe du cristal avec la face d'entrée. On a d'abord, en intro-

duisant les coefficients de l'équation (1),

$$(3)\quad \begin{cases} A = n_o^2 \cos^2\alpha + n_e^2 \sin^2\alpha, \\ A' = n_e^2, \\ A'' = n_o^2 \sin^2\alpha + n_e^2 \cos^2\alpha, \\ B' = -\sin\alpha\cos\alpha(n_o^2 - n_e^2). \end{cases}$$

» Si nous exprimons ensuite que le cône des rayons réfractés extraordinaires (2) coupe la face de sortie suivant une ellipse dont les axes sont $2a$ et $2b$, et dont le centre a pour abscisse l, nous obtenons les nouvelles équations

$$(4)\quad \begin{cases} a^2 = \dfrac{n_o^2 n_e^2}{A^2(A - \sin^2\theta)} e^2 \sin^2\theta, \\ b^2 = \dfrac{n_o^2}{A(n_e^2 - \sin^2\theta)} e^2 \sin^2, \\ l = -\dfrac{B'}{A} e. \end{cases}$$

» Ces trois équations à trois inconnues n_o, n_e et α résolvent le problème.

» La résolution directe des équations (4) serait assez laborieuse, mais elle peut être évitée. Mesurons sur l'écran le rayon R du cercle ordinaire ; un calcul simple fait connaître n_o :

$$n_o = \frac{\sin\theta\sqrt{e^2 + (R - d\,\mathrm{tang}\,\theta)^2}}{R - d\,\mathrm{tang}\,\theta}.$$

» Si maintenant on élimine α entre les trois équations (4), on aura deux équations distinctes en n_e^2 et leur solution commune s'obtient par une équation du premier degré en n_e^2.

» On a ensuite α par la formule

$$\cot\alpha = \frac{el\sin^2\theta}{b^2 n_e^2 - b^2\sin^2\theta - e^2\sin^2\theta}.$$

» Elle permet de déterminer la position de l'axe dans un cristal dont les indices principaux sont connus. »

CHIMIE. — *Recherches sur la durée de la solidification du soufre surfondu.* Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. Debray.

« Dans une Communication précédente, j'ai fait connaître les particularités que l'on observe lorsqu'on étudie la durée de la solidification du phosphore surfondu ; je vais indiquer les principaux résultats d'une étude ana-

logue effectuée sur le soufre. Le dispositif dont j'ai fait usage ressemble beaucoup à celui que j'ai utilisé dans le cas du phosphore, avec cette différence que, la durée de la solidification du soufre étant beaucoup plus grande, dans les mêmes conditions de température, il a suffi d'employer un chronomètre à pointage pour déterminer les durées avec une approximation convenable. Dans toutes ces expériences, en vue d'obtenir des résultats comparables, je me suis servi d'une variété de soufre bien déterminée : j'ai employé du soufre octaédrique cristallisé par évaporation d'une solution dans le sulfure de carbone. J'ai pulvérisé les cristaux et je les ai chauffés à 95°, pendant vingt-quatre heures, pour leur enlever les dernières traces de sulfure de carbone, dont la présence eût modifié les résultats.

» J'ai introduit ce soufre dans des tubes en U, dont le diamètre ne dépassait pas 2^{mm}, en ayant soin d'enlever les parcelles de soufre solide adhérentes aux parois du tube au-dessus du niveau où devait arriver le soufre fondu ; on évite ainsi leur chute accidentelle dans le liquide surfondu avant l'époque assignée à l'expérience.

» Le problème est plus complexe dans le cas du soufre que dans celui du phosphore : j'ai montré, en effet, depuis longtemps, que, suivant la forme cristalline de la parcelle du soufre qu'on introduit dans le soufre surfondu, on peut obtenir, soit des prismes obliques à base rhombe, soit des octaèdres droits à base rectangulaire. Il y aura donc lieu de considérer : 1° le cas où l'on fait naître des prismes; 2° celui où l'on provoque la formation des octaèdres ; il y a de plus un troisième cas comprenant l'étude du développement d'une nouvelle variété cristalline de soufre, que j'ai découverte en me servant, comme moyen d'investigation, de la durée d'accroissement des cristaux dans le liquide surfondu.

» I. *Durée de la solidification des prismes.* — 1° Supposons que dans un tube, à la surface duquel sont gravés des traits équidistants, on ait fondu le soufre en le maintenant dans un bain de température constante T pendant un temps τ, puis qu'on le retire de ce bain pour l'immerger dans un autre dont la température soit t, inférieure au point de fusion du soufre : le liquide restera surfondu. Après l'avoir maintenu en cet état pendant un temps τ', vient-on à y semer un cristal prismatique, dès qu'il touche la surface du liquide, il se développe de manière à en envahir peu à peu toute la masse. On reconnaît que la région solidifiée augmente de longueurs égales pendant des temps égaux. En réalisant la même expérience sur un nouveau tube dont le diamètre ne dépasse pas 2^{mm}, les valeurs de T, τ, t, τ' étant les mêmes, on trouve même durée d'allongement des cristaux pour l'unité de longueur : c'est donc une *constante.*

» 2° Si, toutes choses étant égales d'ailleurs, on procède à des expériences sur des tubes n'ayant pas encore servi, en changeant seulement la valeur de t, température du bain où le soufre est maintenu en surfusion, on trouve des durées qui vont en croissant à mesure que cette température se rapproche du point de fusion du soufre. Voici quelques valeurs qui permettent de suivre la marche du phénomène pour $T = 129^{\circ},5^{m}$, $\tau = 5^{m}$, $\tau' = 15^{m}$.

Températures du soufre surfondu.	80°,9	83°,2	93°,4	95°,7	99°,8	100°,4	104°,7	105°,4	106°,1	107°,6	108°,9	110°,9
Durées de la solidification pour 10mm.	0s,20	0s,22	0s,29	0s,36	0s,47	0s,50	0s,77	1s,04	1s,19	2s,14	2s,91	3s,84

» 3° Ces résultats sont analogues à ceux que présente le phosphore : il n'en est pas de même de ceux que je vais indiquer. Au lieu de donner diverses valeurs à la température t à laquelle on provoque la cristallisation des prismes, on peut maintenir cette température constante et faire varier successivement l'une des trois quantités T, τ, τ', en ayant soin seulement que la durée du contact du tube avec le bain ambiant soit suffisante pour qu'il en ait pris la température : on reconnaît alors que la durée de la solidification dépend à la fois de toutes ces quantités, de sorte que le tableau transcrit ci-dessus ne correspond qu'aux valeurs $T = 129^{\circ}$, 5^{m}, $\tau = 5^{m}$, $\tau' = 15^{m}$. Examinons l'influence des variations de τ et τ' et T.

» Faisons d'abord varier la durée τ du séjour dans le bain où l'on a fondu le soufre; nous trouvons les résultats suivants de deux groupes d'expériences :

					Durée pour 10mm
(1)	$T = 129^{\circ},5$	$\tau = 5^{m}$	$\tau' = 15^{m}$	$t = 100^{\circ},5$	$0^{s},55$
	$T = 129,5$	$\tau = 35$	$\tau' = 15$	$t = 100,5$	4,66
(2)	$T = 129,5$	$\tau = 5$	$\tau' = 15$	$t = 100,3$	0,50
	$T = 129,5$	$\tau = 60$	$\tau' = 15$	$t = 100,3$	5,79

» On voit nettement par là que la durée de l'allongement des prismes augmente beaucoup à mesure que l'on maintient le soufre plus longtemps dans le bain initial *à température constante*. Dans le premier groupe d'expériences, la durée devient 8,5 fois plus grande pour un séjour 7 fois plus long et, dans le deuxième, la durée est 11,58 fois plus grande pour un séjour 12 fois plus long. Le changement produit sous l'influence de la chaleur est presque proportionnel à la durée de cette action.

» 4° Dans le cas où l'on fait varier seulement la durée τ' du séjour dans le bain de surfusion, on observe encore une variation dans la durée de l'allongement des cristaux. Cette variation est très faible si la valeur de T est peu élevée au-dessus du point de fusion du soufre; elle est, au contraire,

très notable lorsque la température T est supérieure à 170°. Ainsi, pour T = 219°, $\tau = 5^m$, $t = 101°$, les durées ont été

Après 0h.15m	23s,04
Après 3.15	9,12
Après 4.45	7,70

et à partir de cette valeur la durée reste sensiblement constante.

» 5° On observe des résultats analogues aux précédents, bien que moins inattendus, en portant le soufre à des températures initiales différentes : ainsi, lorsque la température du bain de surfusion est maintenue constante à 100°,3 pendant quinze minutes, on observe dans des tubes chauffés cinq minutes à diverses températures les durées suivantes :

Températures du bain de fusion.	129°,5	139°,0	142°,5	154°,5	160°,5	164°,5	167°,5	173°,5	177°
Durées de l'allongement des cristaux par 10mm ..	0s,50	0s,59	0s,70	1s,93	5s,70	10s,61	18s,08	25s,59	24s,98
Températures du bain de fusion..	181°	189°	204°	219°	243°	274°	350°	440°	
Durées de l'allongement des cristaux pour 10mm..	21s,65	21s,41	21s,66	21s,43	19s,41	18s,07	17s,0	16s,06	

» L'examen de ces nombres montre nettement une variation très brusque dans la durée de la solidification lorsqu'on passe d'un tube chauffé à 167°,5 à un autre chauffé à 173°,5; cette durée prend, vers cette dernière température, une valeur maxima et elle diminue alors très lentement à mesure que l'on opère à des températures de plus en plus élevées jusqu'à la température normale d'ébullition du soufre.

» Toutes ces variations dans la durée de la solidification des prismes tiennent évidemment aux changements éprouvés par la chaleur spécifique du soufre liquide et la chaleur de solidification des prismes. Or les expériences précédentes permettent de constater ce fait inattendu, que le soufre liquide est susceptible d'éprouver *à température constante* une modification qui dépend de la durée d'action de la source calorifique; elles montrent aussi que le soufre liquide peut éprouver, lorsqu'on élève sa température, des transformations qui mettent un certain temps à se développer, qui ne disparaissent pas entièrement lorsqu'on ramène le liquide aux conditions initiales et peuvent être manifestées longtemps après, comme si, dans la première phase de l'opération, le liquide prenait de la chaleur qu'il n'abandonne que partiellement dans la seconde. J'indiquerai dans une prochaine Communication comment on peut suivre la trace de ces transformations dans le soufre solidifié. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation de quelques oxychlorures et oxybromures de plomb.* Note de M. G. André, présentée par M. Berthelot.

« J'ai préparé les oxychlorures en précipitant le chlorure de plomb dissous par la potasse dans les proportions équivalentes indiquées par les formules

$$2PbCl + KO = PbCl\ PbO + KCl,$$
$$3PbCl + 2KO = PbCl, 2PbO + 2KCl,$$
$$4PbCl + 3KO = PbCl, 3PbO + 3KCl.$$

» J'ai opéré de même pour préparer les oxybromures. Les précipités amorphes ainsi obtenus ont été lavés par décantation, séchés dans du papier, puis à l'étuve jusqu'à disparition des dernières traces d'eau, et j'ai vérifié par l'analyse leur composition.

» J'ai traité les oxychlorures dans le calorimètre par l'acide chlorhydrique ($\frac{1}{2}$ équivalent par litre), saturé à l'avance par du chlorure de plomb, de telle sorte qu'à la fin de la réaction tout l'oxychlorure était transformé en chlorure de plomb précipité, sans qu'on eût à tenir compte de la chaleur de dissolution du chlorure de plomb dans l'acide chlorhydrique. J'ai agi de même avec les oxybromures, en les dissolvant dans l'acide bromhydrique ($\frac{1}{2}$ équivalent par litre) saturé de bromure de plomb.

» La solubilité du chlorure de plomb dans HCl ($\frac{1}{2}$ équiv.) est d'ailleurs faible; elle est, d'après mes expériences, de $0^{gr},880$ par litre à 11°; elle serait de 8^{gr} dans l'eau pure à la même température.

» La solubilité du bromure de plomb dans HBr ($\frac{1}{2}$ équiv.) est de $1^{gr},25$ par litre à 11°, au lieu de 5^{gr} environ à cette même température dans l'eau.

» Voici, vers 10°, les nombres obtenus avec les oxychlorures dans les expériences thermiques :

	Cal
PbCl PbO solide + HCl, saturé de PbCl ($\frac{1}{2}$ équiv. par litre), dégage.	+ 9,04
PbCl, 2PbO + 2HCl	+19,98
PbCl, 3PbO + 3HCl	+31,60

» Ce qui donne, pour la chaleur de formation, à partir de l'oxyde et du chlorure anhydre (PbO anhydre + HCl étendu saturé de chlorure de plomb, dégageant $+ 12^{Cal},3$), les valeurs suivantes :

	Cal
PbO anhydre + PbCl anhydre, dégage	+ 3,26
2PbO + PbCl, dégage	+ 4,62
3PbO + PbCl, dégage	+ 5,30

» J'ai obtenu de même avec les oxybromures, vers 10° :

	Cal
PbBrPbO solide + HBr saturé de PbBr ($\frac{1}{2}$ équiv. par litre), dégage.	+12,00
PbBr2PbO + 2HBr, dégage	+24,97
PbBr3PbO + 3HBr, dégage	+37,80

» On tire de là pour la chaleur de formation, à partir de l'oxyde et du bromure anhydre (PbO anhydre + HBr ét. saturé de PbBr dégageant +14^{Cal},0), les valeurs suivantes :

	Cal
PbO anhydre + PbBr anhydre, dégage	+ 2,00
2PbO + PbBr, dégage	+ 3,03
3PbO + PbBr, dégage	+ 4,20

» On voit, d'après ces chiffres, tant pour les oxychlorures que pour les oxybromures, que la chaleur dégagée croît de + 1^{Cal} environ avec l'addition de 1^{éq} d'oxyde de plomb, les erreurs d'expériences ne pouvant altérer le sens des résultats. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la production artificielle de la spessartine ou grenat manganésifère.* Note de M. **Alex. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« Lorsqu'on soumet à l'action d'un courant d'hydrogène, saturé de vapeur d'eau, un mélange de chlorure de manganèse et d'argile, dans un creuset de platine, à la température du rouge-cerise, on obtient, après une demi-heure, un culot fondu, rose, qui contient en outre du chlorure en excès, un silicate d'alumine et de manganèse cristallisé et des silicates de manganèse.

» Le silicate double isolé, comme il sera dit plus loin, paraît identique à la spessartine. Ses cristaux, qui mesurent de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{100}$ de millimètre, affectent comme celle-ci la forme d'icositétraèdres; leur couleur, d'un jaune clair, leur insolubilité dans l'acide chlorhydrique, leur fusibilité en un émail brun au rouge vif, sont autant de propriétés qui leur sont communes avec le grenat manganésifère.

» La densité de ce silicate double, déterminée à 11° sur 4^{gr} de substance pure, est égale à 4,05; celles des produits naturels varient entre 3,80 et 4,30. Sa dureté, comprise entre 6 et 7, est inférieure à celle de la spessartine, qui dépasse 7.

» Sa composition chimique enfin est bien la même que celle du grenat, ainsi que le prouve la comparaison des chiffres suivants :

	Grenat artificiel.	Spessartine. $3(SiO^2, 2MnO) + 3SiO^2, 2Al^2O^3$.
SiO^2	36,10	36,30
Al^2O^3	21,25	20,75
MnO	42,70	42,95
$CaO MgO$	Traces	
	100,05	100,00

» *Préparations*. — Pour obtenir ce silicate double, on mêle dans un creuset de platine 1gr,500 d'argile blanche, dite *terre de pipe*, finement pulvérisée, avec 20gr à 25gr de chlorure de manganèse à peu près pur et sec; on fond ensuite le mélange au rouge-cerise clair dans un courant assez rapide d'hydrogène ayant traversé une solution chaude de permanganate de potasse. Le gaz arrive par un tube de porcelaine recourbé qui traverse le couvercle; celui-ci doit encore donner passage à un fil de platine terminé en spirale plate à sa partie inférieure et destiné à agiter de temps en temps la masse fondue. L'opération est terminée en une demi-heure.

» Dans ces conditions, après un refroidissement lent, on obtient un culot qui laisse, insolubles dans l'eau, des cristaux de grenat mélangés à des grains fins d'oxychlorure altéré et à des fragments usés de grandes lamelles, provenant de l'altération par l'eau d'un silicate manganeux chloruré, dont l'étude fera l'objet d'une prochaine publication.

» Le résidu, séparé de la solution aqueuse, est traité par l'acide chlorhydrique étendu de 30 à 50 volumes d'eau, afin de dissoudre les parties amorphes; si le résultat de ce traitement contient des cristaux biréfringents de silicate neutre de manganèse, il faut le soumettre, jusqu'à leur disparition complète, à l'action du même acide, étendu seulement de 8 à 10 volumes d'eau chaude.

» Il ne reste plus alors que des cristaux sans action sur la lumière polarisée qui, lavés et séchés fortement, présentent une couleur jaunâtre.

» Lorsqu'on fait usage de chlorure de manganèse renfermant plusieurs centièmes de chlorures alcalins ou terreux, les mêmes réactions se produisent, mais plus lentement, à cause de la formation de chlorures doubles difficilement décomposables, et l'on est exposé à trouver insolubles dans les acides employés du bisilicate de manganèse rose qu'on ne peut séparer du grenat.

» Une partie d'argile, contenant 62 pour 100 de silice et 28 pour 100 d'alumine, produit environ son poids de spessartine; théoriquement elle en devrait fournir un tiers en plus. La perte est due à ce qu'une partie de l'alumine est entraînée avec les substances volatilisées.

» *Analyse*. — Le mode d'analyse employé comprend : la décomposition du silicate par dix fois son poids de carbonate de soude pur; le dosage de la silice après évaporation de la solution chlorhydrique, la séparation à froid de l'alumine au moyen du carbonate de baryte précipité et la précipitation du manganèse par le sulfhydrate d'ammoniaque.

» La pureté de la silice, de l'alumine et de l'oxyde rouge a été constatée par les moyens ordinaires.

» Le chlorure de calcium, substitué au sel de manganèse, donne naissance à un silicate à base d'alumine et de chaux comme le grenat grossulaire et dont les cristaux appartiennent, ainsi que ce dernier, au système cubique et affectent la forme d'icositétraèdres. Je réserve pour une Note ultérieure la description de ce sel double, ainsi que l'examen des produits auxquels donne naissance l'action du chlorure de calcium en fusion sur la silice.

» Parmi les différentes espèces de grenats, il n'en est qu'un, le grenat mélanite, $3(SiO^2, 2CaO) + 3SiO^2, 2Fe^2O^3$, qui ait été reproduit artificiellement. MM. von Kobell, Studer et Mitscherlich, Fouqué et Michel Lévy l'ont obtenu par la fusion de la mélanite elle-même ou de ses éléments. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la saccharogénie dans la betterave.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Boussingault.

« Sous le nom de *saccharogénie*, il convient de désigner le phénomène de la formation et de l'accumulation du saccharose dans certains tissus végétaux, et de le distinguer ainsi du phénomène plus général de la glucogénie, c'est-à-dire de la formation d'une matière sucrée quelconque.

» Au premier rang, parmi les végétaux saccharogènes figure la betterave; la recherche des conditions dans lesquelles le sucre se forme et s'accumule dans la souche de cette plante possède une importance sur laquelle il est inutile d'insister.

» Depuis longtemps déjà, les physiologistes admettent que, suivant l'heureuse expression de M. Boussingault (1865), la feuille est la première étape des principes sucrés qu'on trouve répartis dans diverses parties de l'organisme végétal et notamment dans la souche de la betterave.

» Mise en doute par Cl. Bernard, vers la fin de sa vie (1875), cette hypothèse est aujourd'hui sortie victorieuse des discussions auxquelles elle a donné lieu. Les recherches et les observations de MM. Duchartre, Violette, Corenwinder, Hugo de Vries, Isidore Pierre, Champion et Pellet, Leplay, etc., ne permettent plus de douter que les feuilles soient le laboratoire où les matières sucrées prennent naissance.

» Des recherches récentes de MM. Dehérain, Corenwinder et Contamine, etc., nous ont même appris que, dans certaines parties des feuilles de betterave, gisent à la fois du saccharose et des sucres réducteurs.

» Ces recherches cependant n'ont permis d'établir jusqu'à présent ni les conditions dans lesquelles le saccharose prend naissance, ni celles dans lesquelles il émigre vers la souche pour y être emmagasiné.

» J'ai cherché à éclaircir ce point encore obscur de Physiologie végétale et, pendant trois années consécutives, j'en ai, grâce à l'aide de M. le Ministre de l'Agriculture, poursuivi l'étude sur le champ d'expériences entretenu à la ferme de la Faisanderie par l'Institut agronomique.

» Intéressants par eux-mêmes, les résultats fournis par les deux premières campagnes ne m'ont pas apporté la solution du problème que je cherchais. Ils m'ont permis, cependant, de vérifier, une fois de plus, que la souche de la betterave, ainsi que l'a montré M. Peligot, ne renferme à tout moment que du saccharose, d'établir qu'au chevelu de la plante appartient une composition analogue, de reconnaître enfin que le saccharose se rencontre, à côté des sucres réducteurs, non seulement dans les pétioles et les nervures, mais encore dans les limbes mêmes des feuilles.

» C'est pendant la campagne de 1883 seulement que j'ai pu me rendre compte du mécanisme de la saccharogénie dans la betterave. Guidé par les récentes expériences de M. Pagnoul sur les différences de richesse saccharine que présentent des betteraves éclairées ou non, par les expériences également de M. Paul Bert, au sujet du renflement moteur, j'ai pensé que le fait de la production et de l'accumulation du saccharose par cette plante devait être, comme tous les autres grands phénomènes de la vie végétale, placé directement sous la dépendance de la lumière.

» Et j'ai été ainsi conduit à entreprendre cette année une campagne nouvelle dont le plan a consisté dans la détermination de la composition diurne et de la composition nocturne des diverses parties de la plante.

» Répétée huit fois pendant la saison, cette double détermination m'a fourni des résultats importants.

» A la souche et au chevelu appartiennent, comme le montrent les Tableaux d'analyses insérés dans mon Mémoire, des compositions diurne et nocturne identiques; il en est de même encore pour les pétioles, mais il en est autrement pour les limbes et, dans ceux-ci, on voit la proportion du produit capital, c'est-à-dire du saccharose, varier, entre le soir et le matin, du double au simple, quelquefois même s'abaisser davantage.

» Le Tableau ci-après en apporte la démonstration.

Composition diurne et nocturne des feuilles de betteraves.

	19 JUIN. — Temps froid et pluvieux.		3 JUILLET. — Temps brumeux et pluie.		8 AOUT. — Temps chaud et lumineux.		6 SEPT. — Temps mauvais et pluvieux.		20 SEPT. — Pluie avec éclaircies.		26 SEPT. — Temps beau et lumineux.		4 OCTOBRE. — T. mps extrêmement sombre et pluie.		9 OCTOBRE. — Temps froid, mais beau et lumineux.	
	Jour. — 4 h. soir.	Nuit. — 3 h. matin.	Jour. — 4 h. soir.	Nuit. — 3 h. matin.	Jour. — 4 h. soir.	Nuit. — 3 h. matin.	Jour. — 4 h. soir.	Nuit. — 3 h. matin.	Jour. — 4 h. soir.	Nuit. — 4 h. matin.	Jour. — 4 h. soir.	Nuit. — 5 h. matin.	Jour. — 4 h. soir.	Nuit. — 5 h. matin.	Jour. — 4 h. soir.	Nuit. — 4 h. matin.
Limbes avec nervures secondaires.																
Eau	89,44	90,97	89,18	90,80	86,66	84,58	87,13	86,60	//	//	//	//	//	//	85,58	88,06
Matières solubles.																
Saccharose	0,44	0,22	0,34	0,16	0,97	0,57	0,67	0,30	0,61	0,36	0,94	0,23	0,40	0,50	0,50	0,12
Sucres réducteurs	0,53	0,63	0,76	0,64	2,00	2,83	1,41	1,36	2,78	2,43	2,50	2,63	3,30	3,36	3,01	2,97
Matières organisées indéterminées (1)	4,37	3,12	3,67	3,14	3,63	//	4,73	3,96	//	//	//	//	//	//	4,30	3,10
Matières minérales	2,17	2,13	2,40	2,34	2,26	//	2,94	2,88	//	//	//	//	//	//	1,17	1,01
	7,51	6,10	7,17	7,01	8,86	//	9,75	9,50	//	//	//	//	//	//	8,98	7,20
Matières insolubles.																
Pulpe ligneuse	2,22	2,45	2,11	1,74	3,71	3,50	2,61	3,09	//	//	//	//	//	//	4,84	4,34
Matières minérales	0,83	0,48	0,54	0,37	0,77	0,50	0,31	0,81	//	//	//	//	//	//	0,60	0,56
	3,05	2,93	2,65	2,11	4,48	4,00	3,12	3,90	//	//	//	//	//	//	5,44	4,74
Rapport du saccharose à 100 de glucose.																
	82,8/100	34,5/100	45,0/100	24,5/100	48,5/100	20,0/100	44,6/100	22,0/100	22,0/100	15,6/100	37,6/100	8,8/100	12,0/100	14,0/100	16,6/100	4,2/100

(1) Ont été évaluées simplement par différence entre l'extrait sec et les matières solubles dosées.

» Des nombres inscrits dans ce Tableau il résulte :

» 1° Que les quantités de sucre réducteur contenues dans les limbes sont, à une date donnée, sensiblement les mêmes au déclin du jour et à la fin de la nuit. On les voit seulement augmenter au fur et à mesure qu'avance le développement de la plante.

» 2° Que les quantités de saccharose contenues dans les limbes, indépendantes de l'âge du végétal, se montrent, au contraire, intimement dépendantes de la quantité de lumière que la plante a récemment reçue. Si la journée a été lumineuse, ces quantités se montrent considérables à la fin du jour; quelquefois elles atteignent près de 1 pour 100; si la journée a été sombre, elles sont moindres. Mais qu'elles soient abondantes ou

faibles, on voit, dans tous les cas [1], la plus grande partie du saccharose formée dans le jour disparaître pendant la nuit. Le plus souvent, la disparition est de moitié, quelquefois elle est plus marquée encore.

» 3° Que la composition des pétioles joints aux nervures médianes ne semble pas, sous les mêmes influences, subir de modification sérieuse; les variations proportionnelles du saccharose et du glucose y sont trop faibles pour qu'on puisse y voir autre chose que des écarts accidentels.

» De ces résultats, comme aussi de ceux que m'a fournis l'analyse aux mêmes moments des autres parties de la plante, il semble permis de conclure que, formé directement dans les limbes sous l'influence de la lumière, le saccharose est ensuite, à travers les pétioles, transporté jusqu'à la souche où il s'emmagasine peu à peu.

» Et, comme d'ailleurs on voit, avec l'âge, le bouquet des feuilles augmenter de poids en conservant sensiblement la même teneur en matières minérales, il n'est peut-être pas téméraire d'admettre qu'à travers les tissus de la plante s'accomplit constamment un double mouvement osmotique en sens opposé, d'où résulte l'apport à la feuille de matières minérales empruntées au sol, l'apport à la souche de saccharose développé dans la feuille sous l'influence de la lumière. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétate d'éthyle bichloré biprimaire.* Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Wurtz.

« Le chlore fixé sur le carbone subit, de la part de l'oxygène, une influence considérable dans son aptitude réactionnelle; on sait en effet combien diffèrent l'un de l'autre, quant à leur action sur divers composés hydrogénés et métalliques, tels que l'eau, l'ammoniaque, les alcools, les alcalis, etc., les chaînons correspondants

$$\underset{|}{H^2C}-Cl, \text{ éther haloïde primaire,} \quad \underset{|}{OC}-Cl, \text{ chlorure acide.}$$

» Le chlorure d'acétyle monochloré $\begin{matrix} H^2CCl, \\ | \\ OCCl \end{matrix}$ qui les renferme réunis et soudés dans une même molécule est, sous ce rapport, un corps du plus haut intérêt.

» Cette influence est évidemment à son maximum dans le chaînon

(1) Parmi les observations faites, celle du 4 octobre seule, correspondant à un temps extrêmement sombre et pluvieux, peut laisser des doutes.

OC–Cl, chlorure acide, où ces éléments, Cl et O sont fixés sur le même atome de carbone et se trouvent par conséquent, au sein de la molécule totale, dans le plus étroit voisinage. Le rayon d'activité de l'oxygène sur le chlore [1] n'est cependant pas restreint dans cette limite; il s'étend au delà de l'atome du carbone sur lequel il est attaché.

» C'est ce que je me propose de montrer à l'aide de l'*acétate d'éthyle bichloré biprimaire*

$$\begin{matrix} ClCH^2\text{-}CH^2 \\ ClCH^2\text{-}CO \end{matrix} \Big\rangle O.$$

» J'ai obtenu cet acétate par la réaction du chlorure d'acétyle monochloré sur le glycol monochlorhydrique

$$\begin{matrix} ClCO \\ | \\ ClCH^2 \end{matrix} + \begin{matrix} ClCH^2 \\ | \\ (HO)CH^2 \end{matrix} = \begin{matrix} ClCH^2\text{-}CH^2 \\ ClCH^2\text{-}CO \end{matrix} \Big\rangle O + HCl.$$

» Outre qu'elle est aisée et rapide [2], cette réaction a le merite de fournir un produit d'une structure certaine. Il le fallait; elle montre encore une fois de plus la différence qui existe dans leur action sur un chaînon alcool primaire HO - CH^2, entre les deux chaînons $ClCH^2$ et Cl - CO.

» Ainsi préparé, l'acétate d'éthyle bichloré biprimaire constitue un liquide incolore d'une limpidité parfaite, quelque peu épais, d'une faible odeur piquante, d'une saveur brûlante, ne s'altérant pas à la lumière. Sa densité à 10°,6 est 1,3217 (par rapport à l'eau à la même température); il bout sans décomposition à 197°-198° (non corrigé), sous la pression ordinaire. Il est insoluble dans l'eau.

---

(1) Si l'oxygène modifie le chlore par son voisinage, il est modifié à son tour par celui-ci; l'action si différente dans son énergie de $PhCl^5$ sur les chaînons correspondants HCO, aldéhyde et ClCO, chlorure acide, montre bien, à elle seule, combien est profonde la modification que détermine, dans la nature de l'oxygène, la présence d'un atome de chlore, au lieu d'un atome d'hydrogène.

Cette action réciproque de l'*oxygène* et du *chlore* constitue, à mon sens, un saisissant exemple de cette influence qu'exercent les uns sur les autres les éléments ou radicaux fixés sur le squelette de carbone des composés organiques; c'est là le fait que j'ai cru pouvoir désigner, dans son ensemble, sous le nom de *solidarité fonctionnelle*. (Voir mon Mémoire sur deux types distincts d'oxydes glycolliques, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXIX, 5e série, p. 543.)

(2) L'éther *acétique bichloré biprimaire* a été signalé pour la première fois en 1878 par MM. Mulder et Bremer (*Bulletin de la Société chimique de Berlin*, t. XI, p. 1958) comme étant le produit principal de l'action de l'anhydride hypochloreux Cl^2O sur l'éthylène. Cette réaction, fort intéressante en elle-même, n'est évidemment pas une méthode pratique pour obtenir ce corps.

» Entre autres réactifs, l'iodure de sodium permet de montrer la différence qui existe, en ce qui concerne le chlore, entre les deux systèmes $ClCH^2-CH^2$ et $ClCH^2-CO$ qui, réunis par l'oxygène, constituent ce corps.

» L'acétate d'éthyle bichloré fait aisément la double décomposition avec l'iodure de sodium en solution alcoolique; la réaction est complète après un échauffement de quelques instants, précipitation abondante de chlorure sodique; mais, circonstance bien remarquable, alors même que l'on emploie de l'iodure de sodium en quantité suffisante, deux molécules et même au delà, un seul des atomes de chlore est atteint et remplacé par de l'iode.

» Il résulte de là de l'*acétate d'éthyle chloro-iodé* $C^4H^6(ClI)O^2$.

» Celui-ci constitue un liquide huileux, plus épais encore que le produit simplement chloré, incolore, mais brunissant à la lumière, comme tous les dérivés iodés; il est insoluble dans l'eau et beaucoup plus dense qu'elle; sa densité à 18° est égale à 1,9540; ce composé n'est pas distillable; chauffé, il passe vers 240° en se décomposant fortement, avec mise en liberté d'iode. Comme les éthers de l'acide iodo-acétique, il excite à un haut degré le larmoiement. L'iode y est placé dans le groupe acétique, c'est-à-dire dans le voisinage de l'oxygène. Pour m'en assurer complètement, je me suis adressé aux produits de la décomposition de cet éther.

» Si c'est l'*iodo-acétate d'éthyle monochloré primaire* $\begin{matrix} ClCH^2\text{-}CH^2 \\ I\ CH^2\text{-}CO \end{matrix}\Big\rangle O$, il doit fournir en s'hydratant du glycol monochlohydrique et de l'acide iodo-acétique.

» L'eau décompose aisément ce composé, il suffit de le chauffer pendant quelque temps dans un appareil à reflux, avec quelques fois son volume de ce liquide, pour le faire disparaître complètement; mais l'acide iodo-acétique est trop instable et se détruit en grande partie avec mise en liberté d'iode; je n'ai pu retirer de cette liqueur brune qu'une certaine quantité de glycol monochlorhydrique.

» J'ai préféré agir, pour m'éclairer sur la nature de cet éther chloro-iodé, sur le dérivé correspondant chlorobromé, plus stable.

» L'*éther acétique chlorobromé* $C^4H^6ClBrO^2$ s'obtient aisément en expulsant du précédent l'iode par le brome; on opère sous l'eau et l'on emploie pour chaque atome d'iode déplacé une molécule de brome. On se débarrasse de l'iode et de l'excès de brome par le sulfite acide de potassium. J'ai constaté que la potasse caustique détruit aisément le produit chlorobromé formé.

» L'*éther chromobromé*, ainsi préparé, constitue, lui aussi, un liquide

incolore, stable à la lumière, quelque peu visqueux, d'une faible odeur, excitant aussi le larmoiement, d'une saveur brûlante, insoluble dans l'eau et plus dense qu'elle; sa densité à 11°,4 est égale à 1,6499. Il bout en se décomposant légèrement à 213°-215°, sous la pression ordinaire; le produit qui passe est plus ou moins coloré en brun; l'agitation avec un globule de mercure le décolore complètement.

» Chauffé avec plusieurs fois son volume d'eau, dans un appareil à reflux, l'éther acétique chlorobromé se dissout totalement après environ une heure et demie. J'ai pu retirer sans difficulté de cette liqueur parfaitement claire du *glycol monochlorhydrique* (ébull., 128°-130°; densité de vapeur, 2,72; calculée, 2,78) et de l'acide monobromo-acétique.

» Il n'y a donc nul doute à conserver sur la nature et la constitution de ces éthers acétiques mixtes : ce sont les dérivés *iodo* et *bromo* acétiques du glycol *monochlorhydrique*, ainsi que le représentent les formules

$$\left.\begin{matrix}ClCH^2\text{-}CH^2\\ I\ CH^2\text{-}CO\end{matrix}\right\rangle O \quad \text{et} \quad \left.\begin{matrix}ClCH^2\text{-}CH^2\\ I\ CH^2\text{-}CO\end{matrix}\right\rangle O.$$

» En présence de l'acétate d'éthyle bichloré biprimaire, l'iodure de sodium manifeste donc une préférence *exclusive* pour le chaînon ClCH² voisin de CO dans le fragment acétique de la molécule.

» Cette réaction montre à l'évidence que l'influence de l'oxygène s'étend sur le chlore fixé sur l'atome de carbone immédiatement voisin.

» J'ai des raisons de croire que cette influence ne s'étend pas ou ne s'étend guère au delà; c'est ce que je me propose de démontrer dans une Communication ultérieure à l'aide du *propionate d'orthopropyle bichloré biprimaire*

$$\left.\begin{matrix}ClCH^2\text{-}CH^2\text{-}CH^2\\ ClCH^2\text{-}CH^2\text{-}CO\end{matrix}\right\rangle O. \text{ »}$$

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Des conditions propres à accélérer l'oxydation des huiles siccatives.* Note de M. Ach. Livache, présentée par M. Peligot.

« L'étude de l'action exercée par quelques métaux, pris à l'état divisé, sur les huiles siccatives m'a montré que la siccativité était notablement augmentée quand on emploie le plomb, et l'était encore, mais à un degré moindre, quand on fait usage du cuivre; les autres métaux, que l'on peut obtenir par précipitation de leurs dissolutions salines, ne m'ont donné que des résultats peu intéressants. On sait, d'autre part, que l'industrie obtient

les huiles au maximum de siccativité en faisant agir, concurremment avec le minium ou la litharge, le manganèse pris de préférence à l'état de borate. Ces considérations m'ont conduit à tenter d'introduire dans les huiles siccatives, soit le manganèse, soit les différents métaux dont je voulais étudier l'influence, sans les prendre directement à l'état de division.

» On peut réaliser ces conditions en faisant agir sur une huile siccative lithargyrée d'après les procédés ordinaires ou traitée par le plomb divisé, comme je l'ai indiqué précédemment (*Comptes rendus*, 22 janvier 1883), une solution saline qui, par double décomposition, donne naissance à un sel de plomb insoluble. Si, par exemple, on agite de l'huile traitée par le plomb divisé et contenant, par suite, du plomb en dissolution, avec une dissolution de sulfate de zinc, on obtient une huile qui ne contient plus trace de plomb, mais dans laquelle il est au contraire facile de déceler la présence du zinc; de même, en employant du sulfate de manganèse, du sulfate de cuivre, etc., on obtient des huiles débarrassées de toute trace de plomb et dans lesquelles celui-ci est remplacé par le manganèse, le cuivre, etc.

» J'ai fait de nombreux essais, en opérant par cette voie détournée, et j'ai constaté les résultats suivants, au point de vue de la dessiccation plus ou moins rapide, à l'air, de l'huile obtenue : Si l'on part d'une huile à base de plomb, qui, étalée en couche mince sur une lame de verre, sèche en vingt-quatre heures, on obtient, en substituant le manganèse au plomb, une huile qui, placée dans les mêmes conditions, sèche complètement en cinq ou six heures; en substituant au plomb le cuivre, le zinc, le cobalt, l'huile obtenue ne sèche qu'en trente à trente-six heures; enfin les huiles obtenues en substituant au plomb le nickel, le fer, le chrome, etc., ne sont complètement sèches qu'après quarante-huit heures.

» Lorsqu'on fait agir, dans ces conditions, la solution saline, du sulfate de manganèse, par exemple, on obtient une émulsion dont l'huile ne se sépare que difficilement, et il y a lieu de chauffer légèrement, à la fin de l'opération, pour effectuer le départ de l'huile. Pour remédier à cet inconvénient, j'ai eu la pensée d'opérer directement sur l'huile à base de plomb, en employant du sulfate de manganèse solide et finement pulvérisé; dans ces conditions, en agitant pendant quelque temps à froid, on arrive à substituer complètement le manganèse au plomb, et l'huile obtenue possède une siccativité excessivement énergique; une simple décantation suffit alors pour obtenir l'huile parfaitement limpide. Enfin, comme il était à prévoir, les deux traitements par le plomb divisé et le sel peuvent être faits simulta-

nément; cependant, dans ce cas, l'huile contient généralement, non pas uniquement du manganèse, mais aussi du plomb.

» Quelle est l'explication de ces faits? Si l'on agite de l'huile de lin crue avec du sulfate de manganèse solide, il n'en résulte aucun changement dans le degré de siccativité, mais on constate que l'huile a dissous une certaine quantité du sel. Si, au contraire, au lieu de prendre de l'huile crue, on prend de l'huile contenant du plomb en dissolution, il se produit une double décomposition, avec substitution du manganèse au plomb contenu dans l'huile et précipitation d'un sel de plomb insoluble. C'est une réaction semblable que l'on exécute inconsciemment dans l'industrie, lorsqu'on fait intervenir le borate de manganèse.

» Quel que soit le procédé employé pour introduire le manganèse dans une huile siccative, on obtient, ainsi que je l'ai dit, une huile qui, exposée à l'air en couche mince, se solidifie rapidement en cinq ou six heures; cependant, si l'on veut produire ainsi la solidification en masses épaisses, l'opération demande des mois entiers, à température ordinaire. Au début de l'expérience, on voit l'huile s'épaissir; mais bientôt il se forme à la surface une pellicule qui préserve la masse de l'oxydation; vient-on à détruire cette pellicule au fur et à mesure de sa formation, on voit l'absorption d'oxygène continuer; mais on arrive difficilement à une solidification complète. Si l'on fait intervenir la chaleur, l'action est plus rapide, mais il faut encore un temps très long pour obtenir une solidification complète.

» Plusieurs industries importantes, ayant aujourd'hui trouvé des applications intéressantes aux huiles ainsi solidifiées, sont obligées, pour les fabriquer, soit d'exposer à l'air des huiles étendues en couche mince et de répéter cette opération jusqu'à épaisseur suffisante, soit d'employer des agents chimiques qui deviennent gênants lors de la mise en œuvre du produit obtenu. J'ai cherché à obtenir des huiles ainsi solidifiées en masse dans un temps relativement court et sans addition d'aucune substance étrangère.

» L'expérience montre que l'action de la chaleur active la dessiccation de l'huile, ce qui peut s'expliquer par une double action; d'une part, l'huile devenant plus fluide, l'oxygène pénètre mieux la masse; d'autre part, l'oxydation est accélérée, comme on le constate, en exposant comparativement à l'air, à température ordinaire et à 50°-60°, de l'huile étendue en couche mince.

» J'ai pensé alors à augmenter artificiellement la fluidité de l'huile par l'emploi d'un dissolvant convenable : en prenant, par exemple, parties

égales d'huile manganésée et de benzine et en agitant, en vase clos, ce mélange avec de l'air, on constate qu'une absorption rapide d'oxygène se produit, absorption qui est activée par l'emploi d'une chaleur modérée de 40°-50°. Si l'on renouvelle l'air, de manière à fournir la quantité d'oxygène nécessaire pour produire l'oxydation complète de l'huile, quantité qui, comme je l'ai montré dans un travail précédent, ne représente pas moins de 14 à 15 pour 100 du poids de l'huile employée, on voit bientôt le mélange s'épaissir, et si l'on vient finalement à le soumettre à la distillation, on obtient, après séparation du dissolvant, un produit qui, par refroidissement, se prend en un corps solide, bien sec et parfaitement élastique. On comprend, en outre, qu'on puisse, en ne poussant pas l'opération jusqu'à sa limite extrême, obtenir telle absorption d'oxygène que l'on jugera convenable et donner ainsi naissance à des produits, soit liquides, soit plus ou moins épaissis, intermédiaires entre l'huile mise en expérience et l'huile solide à son maximum d'oxydation. Ce dernier produit est caractérisé par son élasticité remarquable, par son absolue insolubilité dans l'eau, l'alcool, l'éther, par sa saponification presque instantanée, à froid, au moyen de la potasse. Si, après saponification, on cherche à extraire les acides gras, on constate que les acides gras solides ne sont pas modifiés, tandis qu'au contraire l'acide gras liquide a presque complètement disparu, en donnant naissance à des produits visqueux, caractérisés par leur solubilité dans l'eau et les divers sels qu'ils peuvent former. Je me propose, du reste, d'étudier ces produits et de rechercher dans quelles limites ils varient suivant l'huile employée. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Du cuivre contre les maladies infectieuses et de l'innocuité absolue des poussières professionnelles de ce métal.* Note de M. V. **Burq**, présentée par M. Bouley.

« Des dénégations ont été opposées, dans ces derniers temps, à l'opinion que j'ai soutenue, en m'appuyant sur de nombreuses statistiques, que le cuivre possédait des propriétés prophylactiques certaines contre un certain nombre de maladies infectieuses et, tout particulièrement, contre le choléra.

» A ces dénégations, je demande la permission de répondre, devant l'Académie, par les résultats que m'ont donnés de nouvelles enquêtes auxquelles je me suis livré.

» 1° Il y a à Paris un millier environ d'ouvriers orfèvres en métal blanc

ou alfénide, dans la composition duquel entrent, avec le cuivre, le nickel et le zinc dans la proportion de $\frac{1}{3}$ à $\frac{2}{5}$. Il résulte d'un état dressé par les soins de M. Christophle, qui occupe six cents ouvriers à cette orfèvrerie, que sur 1745 maladies diverses relevées parmi ces ouvriers depuis 1876, il n'y a pas eu un seul cas d'affections épidémiques au compte des tourneurs, des monteurs et des polisseurs. Le Tableau indique seulement deux cas de fièvre typhoïde, un chez un graveur et l'autre chez un ciseleur; et pour la variole, deux cas chez des ciseleurs et un chez un graveur : *cinq* en tout.

» Dans toutes les autres fabriques d'alfénide de Paris, mes informations directes auprès des chefs et des ouvriers m'ont donné les mêmes résultats.

» Pour recueillir les faits relatifs aux ouvriers en cuivre et en bronze, j'ai adressé un questionnaire aux industriels qui mettent en œuvre le cuivre et le bronze sur la plus vaste échelle. Toutes les réponses que j'ai obtenues sont concordantes : les ouvriers en cuivre sont, pour la très grande majorité, exempts des maladies épidémiques : choléra, fièvre typhoïde, variole.

» La Société dite du *Bon-Accord*, fondée depuis 1819 et comptant, en moyenne, de 300 à 400 ouvriers en bronze (tourneurs, monteurs et ciseleurs), a des registres très bien tenus, qui font foi de l'immunité de ces ouvriers à l'endroit des maladies épidémiques.

» Dans les épidémies sévères de fièvre typhoïde qui ont apparu à Paris en 1876-77 et en 1882-83, les enquêtes que j'ai faites, avec les statistiques municipales en main, m'ont démontré que, sur les 5000 victimes de cette maladie, il n'y en avait que quatre qui appartinssent à la population des ouvriers en cuivre, dont le chiffre s'élève à environ 30 000.

» J'ai affirmé, d'après les documents officiels que j'avais recueillis sur les chaudronniers de Villedieu, que ces ouvriers avaient été préservés du choléra en 1832 et en 1849. J'ai produit, dans son temps, la lettre du maire de cette ville attestant que, à ces deux dates, *aucun cas de choléra* ne s'était manifesté sur les trois cent cinquante ouvriers employés à l'industrie du cuivre dans cette ville.

» Il paraît, d'après les renseignements renfermés dans une Note communiquée à l'Académie de Médecine, le 13 novembre dernier, par M. Vulpian, que depuis les choses avaient changé et que, dans ces derniers temps, la fièvre typhoïde et la variole auraient sévi sur les chaudronniers de Villedieu. Mais il résulte, des renseignements qu'a bien voulu me transmettre le maire actuel de cette localité, que ces maladies se sont surtout attaquées

aux maisons très denses en population, rapprochées de canaux et de bouches d'égout, où les conditions se trouvent réunies pour que l'immunité professionnelle des ouvriers en cuivre soit surmontée. Ce fait s'est produit également à Bornel, où existe une fabrique d'orfèvrerie en métal blanc. Tandis que les ouvriers de la succursale de cette fabrique, à Paris, étaient épargnés par les influences épidémiques aussi bien que les ouvriers d'une usine rivale, celle d'Ercuis, *voisine* mais hors de l'influence du cours d'eau dont le nom va suivre, ceux de Bornel y cédaient par suite des conditions hygiéniques détestables auquelles ils sont soumis, de par une rivière infecte, l'Esche, sur les bords de laquelle est située l'usine et dont ils boivent l'eau!

» L'influence des poussières dans les ateliers où l'on manipule les vieux cuivres est affirmée inoffensive par tous les chefs d'industrie. De fait, les statistiques des hôpitaux témoignent que le cuivre n'a pas sa *maladie* comme le plomb, et, à la Préfecture de police, le registre où sont inscrits tous les accidents d'empoisonnements qui lui sont dénoncés a sa page blanche à l'endroit du cuivre.

» En résumé, les dernières enquêtes que j'ai faites me conduisent à formuler ces conclusions : que l'immunité cuprique professionnelle est *certaine* pour le choléra et *probable* pour d'autres maladies infectieuses, notamment la fièvre typhoïde. L'espérance est donc autorisée que la médication cuprique peut fournir des ressources pour le traitement prophylactique et curatif de ces maladies. Quant aux meilleures voies et moyens, surtout pour la prophylaxie, l'expérience n'a point encore prononcé, et je ne saurais trop redire que, sur ce point aussi bien que sur d'autres questions relativement à l'immunité cuprique professionnelle, de nouvelles études sont nécessaires. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Construction de la ceinture scapulo-claviculaire dans la série des Vertébrés.* Note de M. A. Lavocat.

« Lorsque l'arc scapulo-claviculaire est complètement développé, il est formé de trois pièces, disposées en forme d'Y renversé. L'omoplate est prolongé inférieurement, en avant, par le coracoïde et, en arrière, par la clavicule. Ces deux dernières pièces prennent appui sur le sternum et sont reproduites symétriquement, mais en sens inverse, dans l'arc iliaque, c'est-à-dire le coracoïde par l'ischium et la clavicule par le pubis.

» Ce type de construction n'est entièrement établi que dans certains Vertébrés, tels que quelques Reptiles, la plupart des Oiseaux et les Mono-

trêmes. Chez les autres, l'arc scapulaire n'est pas au complet, soit parce que le coracoïde n'est pas encore développé, soit parce qu'il y a réduction du coracoïde et de la clavicule.

» Dans la série des Vertébrés, l'évolution de la ceinture scapulo-claviculaire est progressive des Poissons aux Reptiles, aux Oiseaux et aux Mammifères. Chez tous, les éléments constitutifs de cette ceinture sont les mêmes, et, malgré leurs formes différentes, ils doivent être désignés par des noms semblables, dans les diverses classes de la série.

» Chez les Poissons, l'épaule est généralement constituée par une forte pièce cartilagineuse ou osseuse, arquée ou réunie inférieurement à l'opposée. D'après les anatomistes de ce siècle, cet arc est, pour les uns, une omoplate et, pour les autres, une clavicule ou un coracoïde. En réalité, il est composé d'une omoplate et d'une clavicule, qui ne sont pas encore séparées, mais à noyaux primitifs distincts, et dont le point de jonction est indiqué par la cupule où se fixe la tête de l'humérus, par exemple, chez les Gades, les Carpes, etc.

» Chez les Amphibiens inférieurs, la construction de l'épaule débute, comme dans les Poissons, par des formes élémentaires, puis elle se développe graduellement. La transition est établie par le Lépidosiren, dont l'arc scapulaire est formé d'une seule pièce, représentant, comme chez les Poissons, l'omoplate et la clavicule non encore divisées.

» Un premier progrès se dessine, chez les Protées et les Salamandres, en ce que l'omoplate et la clavicule sont distinctes et concourent à former une cavité glénoïde, où s'articule l'os du bras; mais il n'y a pas encore de coracoïde. Cette forme persiste chez les Caméléons et les Crocodiles.

» Chez les Lézards, le coracoïde apparaît : il est distinct, en forme de tige mince, au devant de l'omoplate, pourvue d'un large épiscapulum et de la clavicule, forte et recourbée en arrière; inférieurement, il s'appuie sur l'épisternum, en avant de la clavicule.

» Dans les Batraciens, le coracoïde, plus fort et mieux constitué, concourt, avec l'omoplate et la clavicule, à former la cavité glénoïde; il prend appui sur le sternum, dont un prolongement en pointe s'applique sur son bord postérieur.

» Dans les Tortues, le coracoïde et la clavicule concourent encore, avec l'omoplate, à former la cavité glénoïde. Allongés et cylindroïdes, ces deux os descendent en divergeant; le coracoïde s'appuie, en avant, sur l'épisternum, et la clavicule se fixe, en arrière, sur l'entosternal.

» Dans les Ouvrages des zoologistes français et étrangers, la clavicule

des Reptiles est nommée *coracoïdien;* quant au véritable coracoïde, il est désigné sous le titre de *clavicule* ou de *précoracoïde*.

» Chez les Oiseaux, l'évolution de l'arc scapulo-claviculaire est progressive; elle débute par la forme simple que présentaient les grands Sauriens de l'époque secondaire. Les Oiseaux primitifs, comme l'Archéoptéryx, étaient marcheurs; leur épaule n'avait pour base que l'omoplate et la clavicule; le coracoïde était nul ou rudimentaire. Cette construction, qui se retrouve chez l'Aptéryx, rappelle à la fois celle des Salamandres et des Crocodiles.

» Elle se modifie, chez l'Autruche et les autres Oiseaux coureurs, par le développement du coracoïde, qui, situé en avant, ne participe pas à la cavité glénoïde; appuyé en bas sur le sternum, il laisse un trou ovale entre lui et la clavicule, à laquelle il se soude rapidement, ainsi qu'à l'omoplate.

» A mesure que les Oiseaux deviennent plus aptes au vol, une nouvelle modification se produit : le coracoïde, toujours situé en avant, s'amincit en tige courbe; fixé en haut par des ligaments à l'omoplate et à la clavicule, il se soude ordinairement à l'opposé par son extrémité inférieure, qui s'attache à la partie antérieure du sternum ou de la carène. Les coracoïdes sont faibles, et ne se rejoignent pas dans les Perroquets et quelques Pigeons; mais, en général, leur développement, comme celui des clavicules, est en harmonie avec la puissance du vol. Allongés, flexibles et en forme de V, par exemple dans les Passereaux et les Gallinacés, ils sont plus forts et en forme de U chez les Oies et les Aigles.

» La confusion qui règne, en Zoologie, entre la clavicule et le coracoïde, procède d'une appréciation inexacte de l'épaule des Oiseaux. On n'a pas tenu compte des principes qui règlent les rapports des organes, et, bien que le coracoïde des Mammifères soit évidemment situé en avant de la clavicule, on désigne la clavicule des Oiseaux sous le titre de *coracoïdien*, et le coracoïde ou os furculaire reçoit le nom de *clavicule*. Cette détermination défectueuse a été appliquée aux Reptiles pourvus de clavicule et de coracoïde, tels que les Lézards, les Grenouilles et les Tortues.

» Chez les Mammifères, l'arc scapulo-claviculaire présente de nombreuses variétés, s'adaptant aux fonctions diverses des membres antérieurs.

» Les Monotrèmes se rapprochent plus des Lézards que des Oiseaux, par leur omoplate élargie, par leur clavicule forte et concourant à la cavité glénoïde, ainsi que par leur coracoïde mince, qui descend du haut de l'omoplate et au devant d'un prolongement de l'épisternum. Ici encore, les zoologistes donnent à la clavicule le nom de *coracoïde*, et au coracoïde celui de *clavicule*.

» Chez quelques Marsupiaux, tels que les Sarigues, l'épaule présente à peu près les mêmes caractères que dans les Monotrèmes; la principale modification consiste en ce que le coracoïde, plus court et plus fort, s'appuie sur l'angle inférieur de l'omoplate; mais, en général, dans les Marsupiaux, souche commune des différents Mammifères, les dispositions variées de l'arc scapulaire indiquent les modifications qui se feront remarquer chez leurs descendants. L'omoplate élargie porte une arête longitudinale, dite épine, prolongée ou non en acromion; le coracoïde est généralement réduit à l'état d'apophyse soudée en bas et en avant de l'omoplate; la clavicule se sépare de la cavité glénoïde et prend appui sur l'acromion, lorsqu'elle est complète; mais elle peut être incomplète ou nulle.

» Ces mêmes caractères se reproduisent dans la série des Mammifères, qui peut se diviser en trois principales branches : la première, sans clavicules, comprend les Édentés, les Ongulés, les Amphibies et les Cétacés; la deuxième, à clavicules imparfaites, est composée de presque tous les Carnassiers et de quelques Rongeurs; et la troisième, à clavicules complètes, se subdivise en deux rameaux : l'un est constitué par la majorité des Rongeurs, par les Insectivores et les Cheiroptères; l'autre est formé par les Quadrumanes et par l'Homme.

» Ici, la clavicule, articulée en haut avec l'acromion et appuyée en bas sur le sternum, est, comme d'ordinaire, située en arrière du coracoïde.

» En conséquence de la conformité organique, il doit en être de même chez les Vertébrés ovipares; et il n'est pas possible que, dans ces animaux, la clavicule devienne antérieure au coracoïde. Il y a donc lieu de réformer la nomenclature usuelle, qui semble admettre cette transposition d'organes, dans tous les cas où la clavicule et le coracoïde sont bien développés, c'est-à-dire, chez les Monotrèmes, les Oiseaux et les Reptiles. »

ZOOLOGIE. — *Sur le polymphorisme sexuel et larvaire des Sarcoptides plumicoles.* Note de MM. **E.-L. Trouessart** et **P. Mégnin**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Dans un Mémoire présenté à l'Académie en 1868 (*Comptes rendus*, t. LXVI), M. Ch. Robin a fait connaître l'organisation et les formes principales des Acariens qui vivent dans les plumes des Oiseaux, et qu'on doit réunir dans une sous-famille spéciale des *Sarcoptidæ*, sous le nom d'*Analgesinæ*. Mais l'auteur, n'ayant étudié que des espèces indigènes, laisse forcément de côté beaucoup de faits, très importants au point de vue de

l'organisation générale de ce type, et que la connaissance des formes exotiques peut seule mettre en lumière.

» La sous-famille des *Analgesinæ* est très nombreuse en espèces et se subdivise naturellement en trois groupes secondaires, contenant chacun plusieurs genres, et que nous désignerons sous les noms de *Pterolicheæ*, *Analgeseæ* et *Proctophyllodeæ*, d'après le nom du genre le plus anciennement connu qui leur sert de type.

» Les Ptérolichés (*Pterolicheæ*) sont des Acariens aux formes robustes et dont les mâles, souvent très peu différents des femelles, ne présentent que très exceptionnellement une inégalité dans le développement des pattes postérieures. Ils vivent sur les oiseaux de grande taille (Autruches, Palmipèdes, Échassiers, Rapaces, Corvidés, Bucérotidés, etc.).

» Les Analgésés (*Analgeseæ*) constituent le groupe central et, pour ainsi dire, prototypique de la sous-famille. Les mâles sont remarquables par le développement souvent énorme des deux dernières paires de pattes (comme dans le nouveau genre *Protalges*), ou seulement de l'une des deux [*Analges*, Nitzch (ou *Dermalichus* des auteurs), et *Pteronyssus*]. On les trouve sur des oiseaux de tous les ordres, concurremment avec des espèces des autres groupes.

» Dans les deux groupes précédents, les femelles fécondées, après leur dernière mue, ont toujours l'abdomen entier et non lobé. Dans le troisième, au contraire, celui des *Proctophyllodés*, les femelles adultes présentent constamment, à l'extrémité de l'abdomen, *deux prolongements chitineux coniques*, de sorte que le caractère du groupe est tiré des femelles et non des mâles. Ceux-ci ont quelquefois la quatrième paire de pattes plus développée que les autres (genre *Alloptes*, Canestrini). Ce sont des Acariens généralement de petite taille, et qui vivent pour la plupart sur les Passereaux, quelques-uns sur les Échassiers et les Palmipèdes longipennes.

» L'espèce de *fourche* que les femelles ovigères portent à l'extrémité du corps a beaucoup intrigué les naturalistes, depuis l'époque (1842) où Kock les prenait pour des mâles. On a vainement cherché quel pouvait être le rôle fonctionnel de ces appendices si tardivement développés.

» Pour connaître leur véritable signification morphologique, il faut les étudier chez les espèces exotiques. Sur plusieurs espèces nouvelles de ce groupe, provenant des pays chauds, nous avons pu constater que *cette forme est essentiellement une forme larvaire* : les nymphes et même les larves, au sortir de l'œuf, ont déjà l'abdomen bifide. C'est ce que l'on voit sur plusieurs types parasites, soit des Oiseaux-Mouches (*Trochilidæ*) de l'Amérique

intertropicale, soit des Paradisiers (*Paradisea minor*) de la Nouvelle-Guinée. Sur une de nos préparations on voit nettement le mâle, déjà pourvu de ses organes génitaux, encore renfermé dans sa peau transparente de nymphe à abdomen fourchu, de sorte que, suivant les idées précédemment reçues, on croirait voir *un mâle sortant de la peau d'une femelle*.

» Cette forme n'est donc pas une *forme sexuelle*, mais une *forme larvaire*, et les *Proctophylladés* rentrent sous ce rapport dans la règle générale, d'après laquelle les femelles des Sarcoptides conservent plus ou moins leur forme de nymphe, les mâles seuls prenant une forme différente. Chez nos espèces indigènes, les femelles acquièrent à l'âge adulte, et par un phénomène d'atavisme, cette fourche abdominale que les jeunes ont perdue. On trouve, du reste, des intermédiaires, même parmi les espèces de notre pays : tel est le cas, par exemple, chez le *Pterodectes cylindricus* (Robin), dont les nymphes ont l'abdomen bifide, tandis que les larves l'ont simplement allongé et conique.

» Un polymorphisme plus singulier encore s'observe chez les mâles d'une espèce de *Pteroliché* qui devra former un genre à part sous le nom de *Bdellorhynchus* (*B. polymorphus*), et qui vit sur les Canards des genres *Erismatura*, *Querquedula* et *Spatula*. A côté de mâles à rostre normal, on trouve d'autres mâles dont les mandibules ont leurs deux onglets démesurément allongés. La forme de ces mandibules est assez variable, rappelant tantôt le bec mince des *Bdella*, tantôt les pinces plus robustes des Gamasses, ou même les grosses pattes des Homards. Les deux premières paires de pattes sont également très allongées. Seule la partie postérieure du corps est normale et identique dans les deux formes, la quatrième paire de pattes étant sous-abdominale, grêle et comme atrophiée. Les organes génitaux sont semblables, mais *les cupules copulatrices semblent un peu plus développées chez les mâles normaux*. Ce type se rapproche du *Pterolichus rostratus* (Buchh.) ou *Pt. falciger* (Robin et Mégnin); mais nous n'avons pu encore savoir à quelle particularité des mœurs de l'espèce se rattache ce dimorphisme des mâles, probablement unique jusqu'à présent parmi les Acariens.

» Les espèces et les genres nouveaux dont il est question dans cette Note seront décrits et figurés dans un Mémoire spécial qui est actuellement en préparation. Les recherches qui ont servi de base à ce travail ont été faites au Musée d'Histoire naturelle de la ville d'Angers. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur les propriétés physiologiques du maltose.* Deuxième Note de M. **Em. Bourquelot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Toutes les fois qu'on a réussi à faire prospérer un ferment ou une moisissure dans un milieu renfermant du sucre de canne, on a constaté que le premier acte de ces végétaux était le dédoublement du sucre en glucose et lévulose, acte auquel succède la destruction profonde des deux derniers sucres. Cette constatation a toujours été facile; car, dès le commencement de la végétation, le milieu renferme les produits de dédoublement et ces produits sont aisément caractérisés. D'ordinaire même on a pu analyser de plus près le phénomène et séparer du végétal le ferment amorphe auquel appartient la propriété inversive. Cela suffit pour définir les premiers rapports du sucre de canne avec la plante qu'il nourrit et expliquer comment il se fait que certaines moisissures qui ne sécrétent pas le ferment inversif ne peuvent se développer dans une solution de ce sucre.

» *A priori,* on doit supposer que l'utilisation des sucres du groupe *saccharoses* est sous l'empire de conditions analogues. Le *maltose*, par exemple, serait d'abord dédoublé, après quoi le glucose formé serait consommé par la plante. Or la fermentation du maltose par la levure de bière se déclare et s'achève sans qu'on puisse déceler dans la solution la présence du glucose. En outre, l'invertine séparée de la levure n'a pas d'action sur le maltose, en sorte que les apparences sont pour une fermentation directe dans laquelle manquerait la phase de dédoublement.

» Mais, entre autres suppositions contraires à cette hypothèse, on peut faire celle que, si le dédoublement n'est pas saisissable, c'est que, au lieu d'avoir lieu extérieurement, il se produit à l'intérieur de la cellule, et par le fait d'une proportion de ferment trop faible pour être séparée. Une telle supposition conduit à rechercher si, parmi les ferments et les moisissures, il n'y en a pas chez lesquels on peut saisir le dédoublement. Les détails qui suivent se rapportent à deux d'entre ces végétaux : le *ferment lactique* et l'*Aspergillus niger*.

» 1. *Ferment lactique.* — Après plusieurs essais infructueux pour isoler par les procédés ordinaires, dans la matière d'une fermentation lactique, une zymase dédoublant le maltose, je me suis décidé à borner mes recherches à l'analyse du liquide de fermentation, estimant que, si la première phase de l'action du ferment est le dédoublement du maltose, le

glucose formé pourrait être caractérisé et dosé dans ce liquide. En conséquence, j'ai déterminé une fermentation lactique avec du maltose comme matière sucrée, prenant toutes les précautions pour que cette fermentation fût exclusivement lactique et se continuât régulièrement. L'examen fait chaque jour comprit deux dosages pour la même prise d'essai : l'un direct, l'autre après traitement à 108° par l'acide sulfurique étendu. Étant donnés les pouvoirs réducteurs respectifs du maltose et du glucose, la comparaison des deux résultats indiquait si la matière sucrée restante était encore tout entière à l'état de maltose ou s'il s'était fait du glucose par dédoublement. J'ai ainsi constaté qu'ici, comme dans la fermentation alcoolique (voir *Comptes rendus*, 4 décembre 1882), la matière sucrée non encore fermentée était toujours du maltose sans trace appréciable de glucose.

» Ce résultat entraînait une recherche analogue avec le sucre de canne, recherche qui, à ma connaissance, n'a pas été faite. Il était intéressant, en effet, de s'assurer si la différence sur laquelle j'ai déjà insisté plusieurs fois, différence constatée entre le saccharose et le maltose en présence de la levure, se retrouverait vis-à-vis du ferment lactique. Or, en analysant chaque jour une fermentation lactique de saccharose régulière, j'ai pu constater qu'à aucun moment le liquide ne renferme de sucre réducteur : fait qui mène, comme pour le maltose, à l'hypothèse d'une fermentation sans interversion préalable.

» 2. *Aspergillus niger*. — 1° Le liquide de Raulin sur lequel s'était développée une culture d'*Aspergillus* ayant été soutiré, on le remplace par une solution de maltose à 3 pour 100. L'examen du liquide ([1]) a montré qu'il y avait :

	Matière sucrée à l'état de glucose, pour 100.
Après 24^h	38
Après 48^h	92
Après 72^h	95

Une solution de sucre de canne de même concentration était placée, à titre de comparaison, sous une culture d'importance à peu près égale. Le liquide renfermait en sucre interverti :

	Matière sucrée, pour 100.
Après 24^h	77
Après 48^h	100

([1]) Les procédés de dosage et d'expérimentation seront exposés dans un Mémoire détaillé.

» 2° Dans une culture on remplace le liquide de Raulin par de l'eau distillée. S'il y a sécrétion d'une zymase, celle-ci entrera en dissolution. Après vingt-quatre heures de contact, on enlève l'eau et on l'essaye sur du maltose et du saccharose. Au bout de vingt-quatre heures, 35 pour 100 du maltose étaient dédoublés et le saccharose était en partie interverti.

» 3° Plusieurs cultures en pleine végétation sont traitées d'après les procédés employés à l'extraction des ferments solubles. On obtient une matière amorphe qu'on dissout et qu'on essaye sur du maltose et du saccharose.

	Maltose dédoublé, pour 100.	Saccharose, pour 100.
Après 24^h	47	»
Après 48^h	70	»

» En résumé, on voit que, pour le maltose, dans deux cas (fermentation alcoolique et lactique), rien n'indique qu'il y ait dédoublement antérieur à l'utilisation de la matière sucrée par le ferment. Dans un troisième (végétation de l'*Aspergillus*), non seulement le dédoublement se laisse surprendre, mais encore on peut séparer un mélange de ferments solubles agissant à la fois sur le saccharose et sur le maltose.

» A l'égard du sucre de canne, le ferment lactique fournit le premier exemple d'un ferment vivant dans une solution de ce sucre, sans qu'il y ait dans le liquide nourricier de sucre interverti. Peut-être est-ce le lieu de faire intervenir le fait sur lequel j'ai insisté dans ma première Note, à savoir que l'acide lactique et l'acide carbonique intervertissent le sucre de canne. La fermentation lactique, en effet, se faisant en présence du carbonate de chaux, il se dégage constamment de l'acide carbonique. De plus, les couches supérieures renferment toujours, en temps de repos, de l'acide lactique. On pourrait donc admettre que les deux phénomènes, développement du ferment d'une part et action chimique des acides d'autre part, sont dépendants l'un de l'autre.

» Enfin, il importe de faire rapprocher le dédoublement du maltose par l'*Aspergillus* de celui qui se passe dans l'intestin grêle, que ce dernier soit ou non produit par les infiniment petits. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur l'*Adapisorex, *nouveau genre de Mammifère de la faune cernaysienne des environs de Reims.* Note de M. **V. Lemoine**, présentée par M. A. Gaudry.

« Parmi les pièces osseuses que j'ai recueillies durant ces dernières années dans les terrains éocènes inférieurs des environs de Reims, un certain nombre appartiennent à des Mammifères de fort petite taille, qui paraissent pouvoir être nettement caractérisés par la disposition de leur maxillaire inférieur et par la conformation de leur système dentaire.

» Je proposerai pour ce nouveau genre le nom d'*Adapisorex*, à cause des affinités qu'il me semble présenter à la fois avec les Adapidés tertiaires et avec certains Insectivores actuels.

» Un maxillaire inférieur, recueilli dans un état de conservation des plus satisfaisants, manque à peu près complètement d'apophyse coronoïde, de telle sorte que le condyle articulaire rejoint par un bord presque droit la série des alvéoles. L'angle de la mâchoire se prolonge en bas et en arrière par une partie acuminée sans inflexion interne.

» Les dents, pour chaque moitié de la mâchoire, étaient au nombre de dix; les deux incisives, fortement aplaties dans le sens transversal, étaient inclinées en avant. La canine était de dimension moyenne, d'après les indications fournies par l'étude de son alvéole.

» Les prémolaires étaient au nombre de quatre, trois de dimensions fort restreintes et la quatrième se faisant remarquer à la fois par son volume et par sa forme assez compliquée. Cette dent, qui dépasse comme dimension même les arrière-molaires, semble pouvoir bien caractériser à la fois le genre Adapisorex et ses différentes espèces. Elle se compose d'une moitié antérieure saillante, à la fois acuminée et tranchante, présentant sur sa face externe des denticules de forme variable. La moitié postérieure de la dent, dont la saillie est moins prononcée, a une dépression longitudinale, première trace de la cupule que nous offrent les arrière-molaires. Celles-ci, par leur forme générale, rappellent les mêmes dents du *Plesiadapis,* mais avec cette différence que les arrière-molaires de l'*Adapisorex* diminuent de volume d'avant en arrière et que la dernière de ces dents, de beaucoup la plus petite, ne présente aucune trace du talon, si développé sur la dernière molaire inférieure du *Plesiadapis.*

» Les dents supérieures rappelleraient également le genre *Plesiadapis* par suite du développement du denticule interne des molaires et de la dispo-

sition toute spéciale de la canine et des incisives. La première incisive contraste en effet par son développement avec les deux dents qui la suivent. Sa couronne est formée par plusieurs bandes d'émail qui, bien que restant unies, rappellent néanmoins les denticules si étranges du *Plesiadapis*. La deuxième incisive supérieure est beaucoup plus courte et plus arrondie. La canine est également très réduite dans ses dimensions et présente une racine assez épaisse et une couronne courte et conique qui rappellent la même dent des Lémuriens.

» Les dimensions variables des maxillaires recueillis et la forme bien caractéristique de la dernière prémolaire nous portent à admettre quatre espèces dans le nouveau genre rémois.

» L'*Adapisorex Gaudryi*, qui pourra servir de type, peut être caractérisé par le développement à la fois en longueur et en hauteur de sa dernière prémolaire, qui présente au niveau de son bord externe une série de sept denticules, trois sur la moitié antérieure, quatre sur la moitié postérieure. Ces derniers denticules se continuent en avant, au niveau du collet de la dent, avec une nouvelle série de quatre denticules. Les molaires se font également remarquer par les denticules nombreux qu'elles présentent autour de leur cupule et au niveau de leur collet.

» L'*Adapisorex Chevillionii* a des dents plus larges, plus quadrilatères, plus lisses sur leurs bords; la quatrième prémolaire présente sur le côté externe de la moitié antérieure deux denticules accessoires qui donnent à cette partie de la dent un aspect comme tricuspidé.

» L'*Adapisorex remensis*, inférieur comme dimensions aux deux espèces précédentes, a une quatrième prémolaire formée d'un denticule antérieur assez volumineux et d'un denticule postérieur également simple, disposé sous forme d'un talon à bord antérieur tranchant. La cupule de la dernière arrière-molaire est entamée à la fois par un sillon transversal et par un sillon antéro-postérieur, ce qui tend à lui donner une apparence cruciforme.

» Nous désignerons la quatrième espèce sous le nom d'*Adapisorex minimus*; la série de ses dix dents n'atteint pas comme longueur $0^m,01$. Certaines de ces dents sont si réduites que la loupe devient presque nécessaire pour les apercevoir. Les denticules qui les surmontent sont si saillants et si acuminés que peut-être cette dernière espèce, plus complètement reconstituée, devra former un genre à part.

» Nous croyons pouvoir attribuer au genre *Adapisorex* plusieurs autres pièces osseuses recueillies dans le voisinage des maxillaires, et notamment

un métatarsien, un calcanéum, un humérus à perforation interne et un fémur bien caractérisé par la longueur et l'obliquité de son col et par le développement tout spécial de ses divers trochanters.

» Outre les affinités que le nouveau genre présente avec les genres *Plesiadapis* et *Protoadapis*, que nous avons déjà étudiés antérieurement dans la faune cernaysienne et dans la faune des sables à Térédines, il nous paraît également rappeler à certains égards le genre *Apheliscus*, étudié par M. Cope dans la faune éocène, si intéressante, qu'il a découverte dans le nouveau Mexique.

» Les incisives supérieures, que nous rapportons au nouveau genre rémois, ne laisseraient pas que de rappeler aussi le genre Bolodon de M. Owen ; ce serait là un nouveau lien entre la faune cernaysienne et la faune du calcaire de Purbeck. Nous avons déjà eu occasion de signaler dans de précédentes Communications les relations existant entre le *Neoplagiaulax* rémois et les divers *Plagiaulax* jurassiques d'Angleterre et d'Amérique. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur la découverte du genre* Equisetum *dans le kimméridgien de Bellême* (*Orne*). Note de M. **L. Crié**, présentée par M. Chatin.

« Le genre *Equisetum*, dont les débris sont généralement caractéristiques pour les étages qui les renferment, n'avait pas encore été observé en France à un niveau aussi élevé des terrains jurassiques. Les fragments de Prêles que je dois à l'obligeance de MM. Guillier et Bizet proviennent des argiles kimméridgiennes de Bellême (Orne). Cet étage, étudié dans la carrière Guérin, repose sur les calcaires coralliens à *Diceras minor* et à *Nérinées*. On observe ensuite des couches peu épaisses de calcaire à *Ostrea deltoidea*, avec des alternances d'argiles, de calcaires et de sables. Vers la partie supérieure, il existe un banc d'argile jaunâtre, d'une épaisseur de $0^m,60$, dans lequel ont été recueillis les débris végétaux que nous possédons. Ce banc, limité inférieurement par un cordon de calcaire à *Astarte minima*, est surmonté d'une mince couche de sable argileux, d'une argile noirâtre violacé, avec traces de végétaux carbonisés, et d'un banc de calcaire compact à *Ostrea solitaria* et *Mytilus subpectinatus*. Le sommet de la carrière est recouvert d'une couche de calcaire compact en plaquettes.

» Les fragments d'*Equisetum* que nous venons d'étudier constituent trois tronçons d'une tige cylindrique comprimée, d'une longueur totale de $0^m,24$. Chaque tronçon a une épaisseur de $0^m,35$ environ. On y distingue très

nettement des sillons circulaires et transverses qui marquent l'endroit des diaphragmes. Ces sillons sont peut être dus au moulage des parois intérieures de la tige, après la destruction de la cloison. Les gaines n'ont pas été conservées sur nos échantillons, ce qui leur donne un aspect particulier. Mais, comme l'a judicieusement fait remarquer M. de Saporta : « les tiges » d'*Equisetum* étant fistuleuses, il est souvent arrivé que le sédiment, en pé» nétrant dans la cavité intérieure, s'est moulé sur les parois, de manière à » reproduire en relief une tige striée ou cannelée, divisée par des nœuds » qui correspondent aux diaphragmes, mais privés de gaines et plus analo» gues aux tiges de Calamites qu'à celles des vrais *Equisetum*. » Les entrenœuds, à peu près égaux, ont une longueur de $0^m,025$; leurs côtes, plus ou moins égales, au nombre de trente-six à quarante, sont surtout marquées dans le voisinage des diaphragmes; il existe encore, indépendamment des côtes, de larges fossettes qui s'étendent d'un bout à l'autre de l'entre-nœud. Un des échantillons laisse voir distinctement le vestige d'un rameau qui partait d'un nœud de la tige. Cette cicatrice est rendue plus nette encore par la sinuosité du sillon correspondant au diaphragme; en cet endroit, le sillon s'incurve en suivant le contour de la base du rameau. Ainsi, la Prêle de Bellême, à l'exemple de la plupart de ses congénères de l'époque secondaire, aurait possédé des tiges simples, solitaires, nues ou munies de ramules peu nombreux.

» Notre plante ne présentait pas les dimensions de l'*Equisetum columnare* des schistes arénacés de la grande oolithe d'Angleterre; elle était aussi beaucoup moins robuste que l'*Equisetum arenaceum*, magnifique espèce qui caractérise si bien le Keuper. La tige de l'*Equisetum columnare* mesure un diamètre de $0^m,06$ et plus; chez l'*Equisetum arenaceum*, le même organe a de $0^m,13$ à $0^m,14$ (1). Mais on peut dire que la Prêle de Bellême dépassait en grosseur les autres espèces observées en France, dans le rhétien et la grande oolithe (*E. Munsteri, Pellati, Duvalii*).

» Nous proposons pour cette plante, que nous espérons figurer prochainement, le nom d'*Equisetum Guillieri*. »

---

(1) De même que l'*Equisetum giganteum* qui vit actuellement dans l'Amérique du Sud, l'*Equisetum arenaceum* pouvait atteindre une hauteur de 8^m à 9^m; mais, tandis que chez le premier la tige offre à peine une épaisseur de $0^m,02$ à $0^m,03$, cet organe, chez le second, mesurait un diamètre de $0^m,13$ à $0^m,14$.

GÉOLOGIE. — *Sur les lignites quaternaires de Bois-l'Abbé, près d'Épinal.* Note de M. P. FLICHE.

« Dans une Note présentée à la séance du 10 mai 1875, j'ai soumis à l'Académie le résultat de mes recherches sur des lignites quaternaires trouvés à Jarville, près de Nancy. Des travaux de chemin de fer ont, de nouveau, mis ce dépôt à nu, dans la même localité. Des restes nombreux de plantes et d'insectes ont été recueillis et ont, en confirmant les résultats de mes premières recherches, ajouté notablement à la connaissance de la flore et de la faune à l'époque où les lignites se sont formés.

» Mon intention n'est point d'entrer ici dans le détail de cette nouvelle découverte, mais de signaler à l'attention de l'Académie un dépôt, du même âge que celui de Jarville, trouvé en 1876 dans les travaux du canal de l'Est, à Bois-l'Abbé, entre Uxegney et Golbey, aux environs d'Épinal (1).

» Le dépôt de Bois-l'Abbé est situé à 55^{km} environ, en ligne directe, de celui de Jarville; il se trouve dans la vallée de la Moselle, tandis que le second est dans celle de la Meurthe; mais les conditions sont d'ailleurs les mêmes. Il repose à la partie inférieure d'alluvions quaternaires provenant des Vosges, de même âge de part et d'autre, et qui atteignent à Bois-l'Abbé une épaisseur de $7^m,50$ au-dessus du lignite. Celui-ci est en couche mince et, probablement, de peu d'étendue comme à Jarville; il présente, de part et d'autre, les mêmes caractères physiques.

» Voici quel a été, jusqu'ici, le résultat de mes recherches :

ANIMAUX.

INSECTES (2). — *Donacia sericea*, L.; *D. obscura*, Gyll.; *D. affinis*, Kunze; *D. sp.*, voisine de la *D. discolor*, Hoppe, mais probablement éteinte.

(1) Grâce à l'obligeance de M. l'ingénieur en chef Pugnière, qui a bien voulu m'envoyer, avec des renseignements sur les conditions du gisement, de nombreux échantillons parfaitement choisis, j'ai pu immédiatement le signaler à la Société des Sciences de Nancy (séance du 4 décembre 1876) et m'occuper de la détermination des fossiles végétaux. D'autres travaux m'ont forcé de l'interrompre, et, aujourd'hui, mon étude n'est pas complète. Je me décide, cependant, à publier les résultats que j'ai obtenus, parce que les problèmes relatifs à la végétation des temps quaternaires sollicitent de plus en plus l'attention des géologues et des paléontologistes; parce que, aussi, le dépôt de Jarville a attiré l'attention de quelques-uns d'entre eux par ses caractères très spéciaux. La nouvelle découverte du service de Ponts et Chaussées prouve qu'il ne constitue point un fait unique en Lorraine.

(2) Tous sont représentés par leurs élytres. J'en dois la détermination à l'amitié de M. Mathieu, ancien sous-directeur de l'École forestière.

De nombreux débris (élytres, pattes, etc.), appartenant au même genre; deux fragments d'exosquelette paraissent seuls appartenir à d'autres insectes.

VÉGÉTAUX.

DICOTYLÉDONES. — *Galium palustre*, L. — Fruits nombreux.

Arctostaphylos Uva-ursi, Spr. — Bois, feuille.

Loiscleuria procumbens, Desv. — Feuille.

Menyanthes trifoliata, L. — Graines, un peu plus petites et plus comprimées que celles des pieds vivant aujourd'hui.

Daphne cneorum, L. — Rameaux avec leurs bourgeons; une feuille paraît aussi se rapporter à cette espèce. Il pourrait se faire qu'une partie de ces débris appartînt à une espèce très voisine, le *D. striata*, Tratt.

Betula pubescens, Ehrh. — Écaille de cône, écorce, rameau avec écorce; le tout très petit.

Alnus incana, W. — Deux samares de petite taille.

MONOCOTYLÉDONES. — *Eriophorum vaginatum*, L. — Fruits rares; feuilles et souches abondantes.

Rhynchospora alba, Vahl. — Des fruits semblent appartenir certainement à cette espèce; ils sont, cependant, plus allongés et moins renflés à la base que ne le sont ceux qu'on récolte aujourd'hui dans les Vosges; mais des échantillons, plus septentrionaux, se rapprochent beaucoup, sous ce rapport, des fossiles.

Plusieurs autres monocotylédonées, dont les feuilles sont très abondantes, accompagnent les deux espèces précédentes.

GYMNOSPERMES. — *Pinus montana*, du Roi. — Racine, bois, écorce, rameaux; feuilles, en partie avec leurs gaines, très abondantes; écailles représentant des feuilles; écailles du cône; pollen en abondance.

Picea excelsa, Link. — Bois; écailles de la base du cône; graines.

ACOTYLÉDONES. — *Sphærella pinastri*, Duby. — On trouve, en outre, un mycélium de la forme des rhizomorphes; celui qui a été décrit sous le nom de *Rhizomorpha setiformis*, Roth, paraît lui ressembler beaucoup. Je ne prétends pas d'ailleurs les identifier.

» On trouve, à Bois-l'Abbé comme à Jarville, du charbon; mais il ne me semble pas dû à l'intervention de l'homme. Il est plus naturel d'y voir la forme remarquable de combustible décrite par M. Grand'Eury, sous le nom de *fusain*.

» Le lignite paraît s'être constitué sur place, dans des conditions semblables à celles des tourbières actuelles; les insectes qu'on y trouve, plusieurs des plantes qui le constituent, indiquent une station très humide.

» Cette tourbière se trouvait dans une forêt, comme le montrent le nombre des arbres rencontrés, l'abondance de l'un d'entre eux, le Pin de montagne. Elle différait profondément de celles qui se trouvent aujourd'hui dans les environs, où règnent, d'une façon prédominante, les Chênes

(rouvre et pédonculé), le Hêtre, le Charme, et où les Conifères, en dehors du Genévrier, font absolument défaut (¹).

» Pour rencontrer, dans les Vosges, des tourbières avec une végétation forestière analogue à celle qu'on observe dans ces lignites quaternaires, il faut pénétrer dans la région centrale et élevée de la chaîne, celle qui entoure le lac de Gérardmer, où l'Epicéa et même le Pin de montagne existent encore. La rareté du Bouleau pubescent, la présence de l'Aune blanc, de l'*Arctostaphylos Uva-ursi*, du *Loiseleuria procumbens*, indiquent même un climat plus rude que celui des Hautes-Vosges, analogue à celui du nord de l'Europe ou des régions élevées des Alpes.

» On voit que de l'examen du dépôt de Bois-l'Abbé, comme de celui de Jarville, il ressort cette conclusion, qu'à l'époque où ils se sont formés, le climat de la Lorraine était plus rude qu'il ne l'est aujourd'hui, et qu'une végétation forestière où prédominaient les Conifères des régions froides régnait même aux basses altitudes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les crépuscules des 26 et 27 novembre 1883.* Note de M. E. **Renou**, présentée par M. Hervé Mangon.

« Dans les soirées des 26 et 27 novembre, un crépuscule rouge et extraordinairement lumineux a attiré l'attention d'un grand nombre de personnes, soit à Paris, soit dans une partie de la France; beaucoup ont cru à une aurore boréale. Cette clarté extraordinaire a attiré aussi notre attention à l'Observatoire du parc de Saint-Maur; malgré le peu de rapports entre ce phénomène et une aurore polaire, nous n'avons pas négligé de constater l'état des appareils magnétiques, qui sont demeurés tranquilles.

» Le lendemain 28 novembre, longtemps avant le lever du soleil, l'aurore était aussi brillante que le crépuscule des jours précédents.

» Le baromètre, assez bas le 26, a remonté rapidement le 27 et les jours suivants; la température moyenne de la journée, qui était à 10° les 25 et 26, s'est abaissée rapidement à 4°,9 le 27, et à 2°,8 le 28, sans offrir rien de remarquable.

» On ne connaît pas complètement les circonstances qui favorisent la production de ces crépuscules brillants; ils paraissent concorder avec une éclaircie d'une immense étendue, des cirrus légers et très élevés, et un air sec dans les hautes régions de l'atmosphère.

(¹) Le Pin silvestre a été introduit à une date assez récente, mais n'est pas spontané.

» Mais le phénomène de ces jours passés paraît se rattacher à un état atmosphérique qui se reproduit presque à jour fixe chaque année. Depuis la pluie d'étoiles filantes qui a fait son apparition le 27 novembre 1872, nous constations très souvent des manifestations orageuses du 26 au 28.

» En 1878, on a entendu tonner, à l'Observatoire du Parc, le matin de bonne heure; il a éclairé dans les soirées d'un de ces jours en 1873, 1874, 1881. Enfin, le 26 novembre dernier, on a entendu deux coups de tonnerre à Colettes, à 7^{km} au sud-est de Blois. »

M. **Hervé Mangon**, après avoir analysé la Note précédente, fait connaître qu'il a observé de chez lui le brillant éclairage crépusculaire du 27 décembre 1883. A $6^h 12^m$ du soir (temps moyen de l'Observatoire), plus de deux heures après le coucher du Soleil, une grande partie du ciel était encore illuminée d'une teinte rose très vive. La partie centrale la plus brillante paraissait se trouver environ à 19° W.-S.-W et à 11° ou 12° au-dessus de l'horizon. Cette lueur crépusculaire a été observée également sur les côtes de la Manche et sur celles de la Provence.

M. **Chapel** adresse une Note signalant la coïncidence entre les phénomènes lumineux qui se sont produits dans les soirées des 26 et 27 novembre et la rencontre par la Terre du deuxième essaim cosmique de novembre.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 DÉCEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Note sur un nouveau composé du rhodium;* par M. H. DEBRAY.

« Dans un Mémoire publié en commun avec mon illustre maître H. Sainte-Claire Deville, nous avons montré qu'en chauffant de la pyrite avec du platine on obtient d'abord du sulfure de platine cristallisé et, quand la température est très élevée, du platine ferrifère non magnétique. Avec le ruthénium, on obtient du sulfure RuS^2, identique à la laurite, ou du ruthénium cristallisé, si la température est suffisante pour détruire le sulfure. J'ai étendu depuis ces recherches à la production de l'iridium, de l'osmium et des osmiures d'iridium, à proportions variables, cristallisés en octaèdres réguliers. Dans toutes ces expériences, la matière cristallisée se forme au milieu d'un culot de protosulfure de fer, que l'on dissout dans de l'acide chlorhydrique. Il reste alors un résidu, qui est un mélange de la substance cristallisée et d'une matière amorphe noire, que l'on enlève en la dissolvant dans de l'acide azotique étendu qui n'altère pas la matière cristallisée. La substance noire contient une forte proportion de soufre; aussi, à raison de

son mode de formation, nous la considérions comme un sulfure des métaux du platine, à un état allotropique particulier, sous lequel il était soluble dans l'acide azotique qui d'ordinaire est sans action sur les sulfures de ces métaux, surtout lorsqu'ils ont été préparés à chaud. Nos sulfures de platine et de ruthénium résistent non seulement à l'action de l'acide azotique, mais même à celle de l'eau régale. Cette hypothèse très naturelle n'est probablement pas exacte; ces matières noires sont plus probablement les analogues de celle que m'a donnée la réaction du bisulfure de fer sur le rhodium et dont l'étude fait l'objet de cette Note.

» En fondant du rhodium divisé avec vingt ou trente fois son poids de la pyrite de fer, on obtient un culot qui, repris par l'acide chlorhydrique, laisse un dépôt d'écailles noirâtres, d'apparence semi-métallique. Ce dépôt est entièrement soluble [1] dans l'acide azotique étendu, lorsqu'il est encore humide, comme les résidus noirs dont il vient d'être question, en donnant une solution fortement colorée. La dessiccation lui fait perdre de sa solubilité, sans doute en l'altérant, mais il reste soluble dans l'acide azotique concentré, s'il n'a pas été desséché à trop haute température.

» Ce produit n'est pas un sulfure de rhodium. En effet, desséché à 100° dans l'air sec ou dans le vide, il retient en moyenne 9,6 d'eau et 8,6 d'oxygène, qui font partie intégrante de la matière. L'eau et l'oxygène se dégagent lorsqu'on chauffe la matière, l'oxygène passant à l'état d'acide sulfureux, et ce dégagement ne cesse que vers le rouge. Il reste alors, comme résidu fixe, un protosulfure de rhodium, contenant une trace de fer (0,7 pour 100), qui n'est pas attaquable par l'eau régale. La décomposition se termine parfois par un phénomène d'incandescence bien apparent, pendant lequel il se dégage une trace de soufre; mais, ce dernier dégagement n'étant pas constant, on peut réduire à trois les corps résultant de la décomposition qui nous occupe et représenter très approximativement leur proportion par la formule

$$2(\mathrm{Rh\,S}) + \mathrm{SO}^2 + \mathrm{H}^2\mathrm{O}^2,$$

qui correspond, en effet, à peu près à 9,6 pour 100 d'eau, 17,2 d'acide sulfureux ou 8,6 d'oxygène et à 73,2 de protosulfure de rhodium. Il est bien convenu que nous n'entendons rien préjuger sur le mode de groupe-

---

[1] Cependant, si l'on chauffe très fortement, une partie de rhodium se désulfure et il se forme un alliage cristallisé de rhodium et de fer fortement magnétique, insoluble même dans l'eau régale.

ment de ces éléments, ni même affirmer que la matière humide, plus altérable, a exactement la même composition [1].

» Il est bien évident que la réaction de la pyrite sur le rhodium, à haute température, n'a pu donner naissance qu'à un sulfure de rhodium, qui s'est, ou combiné à une portion du sulfure de fer formé, ou dissous dans ce produit. La facilité avec laquelle le produit amorphe se détruit à chaud exclut toute autre hypothèse. C'est donc pendant la dissolution de la masse de protosulfure de fer que le phénomène d'hydratation et d'oxydation du sulfure isolé par l'acide chlorhydrique a dû se produire. Tout s'est passé comme si un sesquisulfure de rhodium s'était oxydé et hydraté. On a, en effet,

$$Rh^2S^3O^2, H^2O^2 = 2(RhS) + SO^2 + H^2O^2.$$

» Le phénomène est manifestement l'analogue de celui que j'ai observé dans l'action de l'acide azotique dilué sur le plomb, tenant en dissolution un peu de rhodium. On obtient alors comme résidu une matière noire très divisée, qui contient du rhodium, du plomb et 15 pour 100 environ de produits nitrés, empruntés à l'acide étendu. Ce résidu fait explosion quand on le chauffe, en dégageant d'abondantes vapeurs nitreuses; il est facilement soluble, à chaud, dans l'acide sulfurique concentré, qui n'attaque pas le rhodium.

» De même, le sulfure de rhodium, qui semblait devoir être le produit nécessaire de la dissolution du culot de sulfure de fer et de rhodium dans l'acide chlorhydrique aqueux, a fixé de l'eau et de l'oxygène probablement emprunté au liquide, et formé ainsi une combinaison dont l'altérabilité contraste singulièrement avec celle du sulfure de rhodium ordinaire.

» On voit qu'une étude nouvelle des résidus amorphes obtenus dans la dissolution du culot de sulfure de fer et des métaux du platine est nécessaire, ainsi que celle des produits de leur dissolution dans l'acide azotique. En ce qui concerne le rhodium, je puis dire que la dissolution nitrique n'est pas exclusivement du sulfate de rhodium; une partie du soufre ne précipite pas par la baryte, et le métal est incomplètement réduit par l'acide formique. Mais je ne suis pas encore en mesure de me prononcer sur la nature du produit dissous. »

---

(1) On peut faire bouillir cette matière avec une lessive concentrée de soude et de potasse sans lui enlever de l'acide sulfureux, qui ne se forme que par la réaction mutuelle des éléments du composé lorsqu'on le chauffe.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les quantités formant un groupe de nonions analogues aux quaternions de Hamilton.* Note de M. J. SYLVESTER.

« On sait qu'on peut tout à fait (et très avantageusement) changer la base de la théorie des quaternions en considérant les trois symboles i, j, k de Hamilton comme des matrices binaires.

» Si h, j sont des matrices binaires qui satisfont à l'équation $hj = -jh$, on démontre facilement que, en écartant le cas où $hj = jh = 0$, h^2 et k^2 seront de la forme

$$\begin{matrix} c & 0 \\ 0 & c \end{matrix}, \quad \begin{matrix} \gamma & 0 \\ 0 & \gamma \end{matrix}$$

c'est-à-dire cu, γu, où u est l'unité binaire

$$\begin{matrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{matrix}$$

On peut ajouter, si l'on veut, les deux conditions $c^2 = \bar{1}$, $\gamma^2 = \bar{1}$; alors, en supprimant, pour plus de brièveté, le u, qui jouit de propriétés tout à fait analogues à celles de l'unité ordinaire, on obtient facilement les équations connues

$$h^2 = \bar{1}, \quad j^2 = \bar{1}, \quad k^2 = \bar{1},$$
$$hj = -jh = k, \quad jk = -kj = i, \quad ki = -ik = j.$$

De plus, en supposant que (i, j) soit un système particulier qui satisfait à l'équation $ij = -ji$, on peut déduire les valeurs universelles de I, J qui satisfont à l'équation $IJ = -JI$ en termes de i, j. En effet, on démontre rigoureusement que, en écartant toujours la solution $mn = nm = 0$, on aura

$$I = ai + bj + cij,$$
$$J = \alpha i + \beta j + \gamma ij,$$

avec la seule condition $a\alpha + b\beta + c\gamma = 0$. De plus, si l'on suppose $i^2 = j^2 = \bar{u}$ et aussi $I^2 = J^2 = \bar{u}$, on aura

$$a^2 + b^2 + c^2 = 1, \quad \alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1,$$

de sorte que, en écrivant $ij = k$, $IJ = K$ et $K = Ai + Bj + Ck$, la matrice

$$\begin{matrix} a & b & c \\ \alpha & \beta & \gamma \\ A & B & C \end{matrix}$$

formera une matrice orthogonale. Une solution, parmi les plus simples, des équations $ij = ji$, $i^2 = \overline{u}$, $j^2 = \overline{u}$, est la suivante :

$$i = \begin{vmatrix} \theta & 0 \\ 0 & -\theta \end{vmatrix}, \quad j = \begin{vmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}$$

et conséquemment

$$k = ij = \begin{vmatrix} 0 & \theta \\ \theta & 0 \end{vmatrix},$$

où $\theta = \sqrt{-1}$.

» En écrivant une quantité binormale quelconque (c'est-à-dire une matrice binaire) sous la forme

$$\begin{matrix} a + b\theta, & c - d\theta, \\ c + d\theta, & a - b\theta, \end{matrix}$$

on voit qu'elle peut être mise sous la forme $au + bi + cj + dk$, où il est souvent commode de supprimer (c'est-à-dire de sous-entendre sans écrire l'unité binaire u.

» On peut construire d'une manière tout à fait analogue un système de nonions en considérant l'équation $m = \rho n$, où m, n sont des matrices ternaires et ρ une racine cubique primitive de l'unité (voir la *Circular* du *Johns Hopkins University* qui va prochainement paraître), en prenant pour les nonions fondamentaux u (l'unité ternaire)

$$\begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{matrix}$$

et les huit matrices m, m^2; n, n^2; $m^2 n$, mn^2; mn, $m^2 n^2$ construites avec les valeurs les plus simples de m, n qui satisfont aux équations

$$nm = \rho mn, \quad m^3 = u, \quad n^3 = u.$$

» Les valeurs

$$m = \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \rho & 0 \\ 0 & 0 & \rho^2 \end{vmatrix} \quad \text{et} \quad n = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \rho \\ \rho^2 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

peuvent être prises pour les valeurs basiques du système de nonions.

» Une quantité ternaire (c'est-à-dire une matrice) quelconque s'exprime alors sous la forme

$$a + bm + \beta m^2 + cn + \gamma n^2 + dm^2 n + \delta mn^2 + emn + \varepsilon m^2 n^2;$$

mais, quand cette matrice M est capable de s'associer avec une autre N dans l'équation $NM = \rho MN$, alors il devient nécessaire que

$$a = 0, \quad b\beta + c\gamma + d\delta + e\varepsilon = 0.$$

» Je n'entrerai pas ici dans les détails de la méthode d'associer la solution générale de l'équation $NM = \rho MN$ avec une solution quelconque particulière de cette équation, mais je me bornerai à expliquer quelles sont les conditions auxquelles les éléments de M et de N doivent satisfaire afin que cette équation ait lieu.

» M. Cayley a résolu la question analogue pour les matrices binaires dans le beau Mémoire, qu'il a publié dans les *Transactions of the Royal Society* de 1858. En supposant que m et n sont les matrices

$$\begin{matrix} a & b \\ c & d \end{matrix} \quad \begin{matrix} a' & b' \\ c' & d' \end{matrix}$$

il trouve que, afin que $nm = -mn$, il faut avoir

$$a + d = 0, \quad a' + d' = 0, \quad aa' + bc' + cb' + dd' = 0.$$

» Au lieu de cette troisième équation (en la combinant avec les deux précédentes), on peut écrire

$$ad' + a'd - bc' - b'c = 0.$$

Alors ces trois conditions équivalent à dire que le déterminant de la matrice $xu + my + nz$ (u étant l'unité binaire), qui, en général, est de la forme

$$x^2 + 2Bxy + 2Cxz + Dy^2 + 2Eyz + Fz^2,$$

se réduira à la forme

$$x^2 + Dy^2 + Fz^2,$$

car, dans le déterminant de $xv + my + nz$, c'est-à-dire de

$$\begin{vmatrix} x + ay + a'z & by + b'z \\ cy + c'z & x + dy + d'z \end{vmatrix},$$

les coefficients de xy, xz, yz seront évidemment

$$a + d, \quad a' + d', \quad ad' + a'd - bc' - b'c$$

respectivement.

» Passons au cas de m et n, matrices ternaires qui satisfont à l'équation

$$nm = \rho mn.$$

Formons le déterminant de $xu + ym + zn$, où u représente l'unité ternaire

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Ce déterminant sera de la forme

$$\begin{aligned} &x^2 + 3\text{B}x^2y + 3\text{C}x^2y \\ &\quad + 3\text{D}xy^2 + b\text{E}xy + 3\text{F}xz^2 + \text{G}y^3 + 3\text{H}y^2z + 3\text{K}yz^2 + \text{L}z^3, \end{aligned}$$

et je trouve que, dans le cas supposé, il faut que les sept conditions souscrites soient satisfaites; $\text{B} = 0$, $\text{C} = 0$, $\text{D} = 0$, $\text{E} = 0$, $\text{F} = 0$, $\text{H} = 0$, $\text{K} = 0$, de sorte que la fonction en x, y, z devient une somme de trois cubes, mais ces sept conditions, qu'on pourrait nommer *conditions paramétriques,* quoique nécessaires, ne sont pas suffisantes; il faut y ajouter une huitième condition que je nommerai $\text{Q} = 0$.

» Pour former Q, voici la manière de procéder :

» En supposant que

$$m = \begin{vmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & k \end{vmatrix} \quad \text{et} \quad n = \begin{vmatrix} a' & b' & c' \\ d' & e' & f' \\ g' & h' & k' \end{vmatrix},$$

on écrit, au lieu de m, son transversal

$$\begin{vmatrix} a' & d' & g' \\ b' & e' & h' \\ c' & f' & k' \end{vmatrix},$$

et l'on forme neuf produits en multipliant chaque déterminant mineur du second ordre contenu dans m avec le déterminant mineur semblablement posé dans le transversal de n : la somme de ces neuf produits est Q.

» Ces huit conditions que je démontre sont suffisantes et nécessaires (en écartant comme auparavant le cas où $\overline{n}m = mn = 0$) pour que $nm = \rho mn$.

» On pourrait très bien se demander ce qui arrive dans le cas où les sept conditions paramétriques sont satisfaites, mais non pas la huitième condition supplémentaire.

» Dans ce cas, je trouve que mn_1 et nm restent fonctions l'une et l'autre

et qu'on aura

$$nm = \quad A + B_1 mn + C(mn)^2,$$
$$mn = -A + B_2 \overline{nm} + C(nm)^2,$$

où B_1, B_2 sont les racines de l'équation algébrique

$$B^2 + B + 1 = 0,$$

A, C étant deux quantités arbitraires et indépendantes, sauf que l'une d'elles ne peut pas s'évanouir sans l'autre, les deux s'évanouissant ensemble pour le cas (et seulement pour le cas) où Q (qui fournit la condition supplémentaire) s'évanouit. »

MEMOIRES LUS.

MISSION DU CAP HORN. — *Rapport sommaire de M. le Dr* **Hyades**, *médecin de première classe de la Marine, sur les recherches d'Histoire naturelle faites par la Mission du cap Horn.*

« La Mission du cap Horn a poursuivi avec la même persévérance et une égale ardeur l'étude de toutes les parties de l'Histoire naturelle, conformément aux instructions préparées par l'Académie et en s'attachant surtout à ne pas favoriser exclusivement une branche de la Science. Dans cet ordre de travaux, il est juste de signaler l'incessante activité de M. le Dr Hahn, médecin-major de la *Romanche*, effectuant à bord de ce navire des recherches parallèles à celles que l'on pratiquait à terre, et les services rendus par M. Sauvinet, préparateur adjoint à la Mission, dont le zèle ne s'est pas démenti pendant une année de séjour à la baie Orange.

» Les collections nombreuses que l'on a pu former ainsi ne tarderont pas à être complètement étudiées, et il serait sans intérêt d'en présenter ici la simple énumération. Nous devons nous borner maintenant à l'exposé de considérations succinctes sur la géologie, la flore et la faune, et principalement sur l'homme, observés au sud de l'archipel fuégien et sur le territoire de la Mission.

» Cette contrée offre bien, suivant l'expression de Darwin, l'aspect d'un pays de montagnes en partie submergées. Entre les collines, s'élevant jusqu'à 600m de hauteur, s'étendent d'étroits bras de mer, ou bien des vallées semées de lacs et de mares avec une végétation uniforme et rabou-

grie. Les roches dominantes sont les schistes et les granites. Partout où la roche est à nu, elle est profondément altérée par les agents climatériques dont l'action a rasé les pics des montagnes et a contribué à la formation de ces mers de pierres communes sur les hauts sommets.

» La végétation s'arrête à 400^m d'altitude pour le hêtre antarctique qui, presque partout dans la région qui nous occupe, croît à l'état nain. Un peu plus bas, vers 300^m d'altitude, apparaît le *Fagus betuloides*, formant des buissons isolés et n'atteignant un complet développement que sur le littoral ou à une très faible altitude. Il constitue alors avec le Drimys et les Berbéris une zone de forêts, dont le sol toujours humide, pauvre en terre végétale, est couvert de mousses, de fougères, d'une assez grande variété de plantes de petite espèce. Ces forêts n'existent que dans les endroits abrités des vents d'ouest; les collines servent de rempart contre cet agent destructeur qui maintient exactement au niveau des plateaux montagneux les sommets des arbres croissant sur les pentes exposées à l'est. De toutes les essences, le Drimys est la plus sensible à l'action du vent d'ouest, qui dessèche rapidement ses feuilles et son écorce.

» La flore marine est riche en algues de toute espèce; la plus commune est le *Macrocystis pyrifera*. Ces algues fournissent un abri à de nombreux êtres vivants : Zoophytes, Annélides, Mollusques, Crustacés, Poissons. Au nombre de huit à dix espèces, ces poissons n'existent pas au milieu des algues pendant toute l'année : ils apparaissent en décembre pour disparaître en mars. Au contraire, les petits poissons, qui vivent sous les roches et qu'il est facile de prendre à la main à marée basse, existent pendant toutes les saisons et constituent trois espèces sédentaires. Celles-ci ne servent pas à l'alimentation, tandis que les poissons migrateurs possèdent une chair estimée, même des Européens. On trouve aussi, mais en nombre restreint, de petites espèces de poissons d'eau douce.

» Les coquilles abondent sur la plupart des plages; les espèces dominantes sont les Mytilus, les Oscabrions et les Patelles. Toutes les grandes espèces sont comestibles.

» Parmi les Zoophytes, les Oursins présentent également une ressource précieuse pour l'alimentation, surtout pendant les mois de juillet et août, correspondant à la fin de l'hiver.

» Les Crustacés inférieurs sont très communs, et quelques espèces sont très abondantes, mais ils ne sont pas comestibles. Au contraire, les Crustacés supérieurs (par exemple quelques espèces de lithodes) sont alimen-

taires : ceux-ci existent principalement dans la région au nord de la baie Orange.

» Pour terminer cet aperçu sommaire de la faune marine, nous citerons les Baleines, les Phoques et les Manchots. L'expédition rapporte deux squelettes de Baleine : l'un provenant d'un animal trouvé échoué au New Year's Sound, et dont on a préparé les os avec beaucoup de soin à bord de la *Romanche;* l'autre, moins complet, était abandonné sur une plage. Tous les os que M. le commandant Martial a pu faire réunir ont été conservés, et heureusement ils comprennent les parties les plus caractéristiques.

» Les Otaries ou Phoques à oreilles sont représentés à la Terre-de-Feu par deux espèces, l'une dont la fourrure est fort recherchée, l'autre à poil plus rude, sans valeur comme pelleterie, et par conséquent délaissée par les baleiniers. Quant à l'Éléphant de mer, c'est une espèce presque entièrement détruite.

» Plusieurs espèces de Manchots fréquentent les rivages, mais nous n'avons pas vu à la baie Orange leurs colonies de reproduction ou *rookeries*. Tous ceux que nous avons tués nageaient à une petite distance des côtes; nous en avons rarement vu à terre, et toujours en petit nombre.

» Les Baleines et les Phoques sont très estimés des naturels au point de vue de l'alimentation, même quand ils ne sont découverts qu'un certain temps après la mort, échoués sur une plage.

» La faune terrestre est moins riche que celle de la mer; elle compte cependant de nombreux représentants. Dans les animaux inférieurs, ce sont les Vers lombriciens qui dominent; on les trouve plus communément près du littoral, mais on les rencontre aussi par des altitudes de 400^m à 450^m. Les Mollusques terrestres sont très rares et limités à trois ou quatre espèces.

» Le groupe des Articulés est principalement représenté par des Arachnides et des Diptères, dont on trouve certaines espèces pendant toute l'année. Les Coléoptères, les Lépidoptères sont assez nombreux, mais peu variés et de couleurs en général peu brillantes.

» Les Reptiles et les Batraciens n'existent pas dans le sud de l'archipel fuégien.

» Les Oiseaux habitant exclusivement la Terre sont au nombre d'une quarantaine d'espèces, parmi lesquelles les Passereaux dominent; les Rapaces comptent quatre à cinq espèces, dont deux nocturnes.

» Ce qui donne à la faune un caractère particulier, c'est la prépondérance des Palmipèdes. Les Oies, les Canards à ailes courtes et les Cormorans sont fort communs et restent pendant toute l'année sur les rivages. Les Longipèdes, tels que les Goëlands, les Mouettes et les Hirondelles de mer, partent au contraire au commencement de l'hiver. Les espèces que les indigènes recherchent plus particulièrement pour l'alimentation sont les Cormorans, les Oies, les Bernaches, les Canards.

» Les Mammifères ne sont représentés que par une espèce de Renard, deux de Rongeurs, et par une Loutre qui habite les bords de la mer et se nourrit de poissons marins. Il faut aussi mentionner le Chien domestique, qui, malgré une apparence extérieure assez disgraciée, possède des qualités de race, telles que la rapidité à la course, l'adresse pour la chasse de la Loutre, du Renard et des Oiseaux. Ce Chien fait partie de la famille fuégienne à laquelle il est très attaché et qu'il accompagne partout sous la hutte ou dans la pirogue. Une paire de ces Chiens, nés à la baie Orange, a été rapportée vivante et pourra fournir un intéressant sujet d'études. Au contraire de ce qui a été avancé, les Fuégiens ne pratiquent pas de sélection pour leurs Chiens; la rage chez ces animaux est inconnue en Fuégie.

» Dans les Instructions préparées par l'Académie des Sciences pour la Mission du cap Horn, il n'a pas été fait mention des études ethnologiques. Nous avons pensé que cette lacune était due à l'absence de renseignements sur l'existence de naturels dans la localité où la Mission s'est établie, et nous n'avons négligé aucune recherche anthropologique et ethnographique sur les Fuégiens que nous avons pu observer à la baie Orange. Dans les voyages d'exploration de la *Romanche* au milieu des îles de la Terre-de-Feu, M. le commandant Martial, de son côté, n'a perdu aucune occasion de réunir des documents ethnologiques sur les indigènes qu'il rencontrait, et la présence à bord, pendant plusieurs mois, d'un Fuégien parlant l'anglais a facilité dans une large mesure ce genre de recherches.

» On peut évaluer de 120 à 130 le nombre total d'indigènes des deux sexes qui ont fait un séjour plus ou moins long à la baie Orange pendant la durée de la Mission. Quelques-uns de ces Fuégiens étaient déjà installés dans cette localité au moment de notre arrivée; d'autres, provenant des environs, dans un rayon de 40^{km} à 50^{km}, venaient successivement à la Mission par groupes de deux ou trois familles qui passaient près de nous plusieurs jours et quelquefois plusieurs semaines. Très souvent nous avons vu revenir d'anciens visiteurs après une absence plus ou moins longue dont ils

avaient consacré le temps à la chasse aux Loutres et aux oiseaux de mer, à la pêche, ou à la poursuite des Phoques.

» Tous ces individus appartiennent à la race Tekeenika de Fitz-Roy, appelée Yahgane par les missionnaires anglais actuels. Ils parlent une langue agglutinative qui est la même depuis le centre du canal du Beagle jusqu'aux îles méridionales du cap Horn. Nous avons recueilli un millier de mots du vocabulaire usuel et beaucoup de phrases simples, après en avoir vérifié maintes fois, dans les conditions les plus favorables, la prononciation et le sens exact. Nous n'avons pas été obligés d'adopter un système de transcription spéciale; car tous les sons de la langue yahgane correspondent sensiblement aux voyelles et aux consonnes de la langue française, sauf pour un son un peu guttural se rapprochant beaucoup du *ch* allemand, que nous avons indiqué par les lettres *kh* et qui n'est pas très fréquemment employé.

» Nous n'avons pas, jusqu'à présent, constaté que cette langue pût se rattacher à un idiome connu. Elle n'a pas de dialecte et, malgré l'absence complète de tout signe d'écriture, elle ne paraît pas se déformer rapidement. Il y a quelques mots pour exprimer des idées générales, telles que *arbres, fleurs, poissons* et *coquillages*. La numération ne s'étend que jusqu'à trois : au delà de ce nombre, on dit *plusieurs* ou *beaucoup*. Cependant les indigènes comptent aussi sur les doigts des mains.

» Nous avons pris plus de cent observations anthropométriques complètes en remplissant toutes les indications des feuilles d'observations du laboratoire d'Anthropologie du Muséum. Les observations ont été divisées en séries d'hommes et de femmes adultes, de garçons et de filles au-dessous de douze ans, de sujets des deux sexes à l'époque de la puberté, d'individus des deux sexes âgés de cinquante ans et au-dessus. On a fait une série de sujets choisis dans chacune de ces catégories, sauf dans la dernière, observés et mesurés de nouveau après un intervalle de temps plus ou moins long, pour étudier le développement et le progrès de la croissance. Enfin on a classé à part les feuilles d'observations de deux femmes Alikhoolips (dites actuellement Alakaloufs), mariées à un indigène et vivant à la baie Orange : ces deux femmes appartiennent à la race fuégienne qui a été observée à Paris en 1881.

» On a fait, en outre, le dénombrement des familles par individus, ce qui a conduit à cette conclusion que la race ne serait pas en voie d'extinction rapide, comme pourrait le faire supposer le petit nombre de familles observées.

» Nous avons pu assister à un accouchement et prendre des observations sur le nouveau-né.

» Nous avons effectué, sur vingt-deux individus des deux sexes et de différents âges, soixante-dix hématimétries pour étudier la composition du sang au point de vue du nombre des globules : le chiffre de ces éléments paraît être un peu inférieur à ce qu'il est chez l'Européen. On a pris de très nombreuses observations sur la température et sur le pouls.

» De bonnes photographies ont été obtenues sur une grande quantité de Fuégiens et, avec de nombreux moulages de toutes les parties du corps, permettront d'étudier à Paris le type fuégien du cap Horn. Nous devons mentionner la facilité avec laquelle, pour les photographies comme pour les moulages, les indigènes se sont prêtés aux nécessités de la pose.

» Tous ces documents feront prochainement l'objet d'études approfondies, de même que les échantillons ethnographiques, les squelettes complets, les sujets entiers conservés dans l'alcool et qui sont compris dans les collections de la mission.

» Toutefois nous pouvons dès maintenant présenter quelques traits des principaux modes de l'activité humaine chez les Fuégiens.

» L'alimentation est exclusivement animale; elle se compose de chair de Baleine, de Phoque, d'Oiseaux de mer et plus communément de Poissons, d'Oursins et de coquillages; ces derniers forment pendant presque toute l'année la base de la nourriture. Les aliments sont de préférence mangés cuits et à demi grillés. On ne fait aucune provision pour l'avenir et l'on ignore l'usage de toute substance enivrante, stupéfiante ou excitante. Les saveurs préférées sont les saveurs douces; le sel marin comme condiment est inconnu et ne serait pas apprécié. La sensibilité olfactive est assez développée, de même que les sensibilités auditive et visuelle, mais sans qu'on ait noté de différence considérable avec ce qu'elles sont chez les Européens. La couleur préférée est la couleur rouge; les autres couleurs sont souvent confondues.

» La parure est bornée à une peinture blanche ou rouge qu'on applique sur le visage et sur les cheveux. Le tatouage n'est pas usité. En fait de bijoux, on ne connaît que des coquilles ou des os d'oiseaux, enfilés et formant des colliers, et des lanières de peau servant de bracelets pour les poignets et pour les chevilles. Ce sont les femmes qui portent le plus ces ornements.

» Il n'y a pas de déformations ni de mutilations ethniques.

» Le vêtement, auquel ne se rattache qu'une idée de protection, consiste

en une peau de Phoque ou de Loutre placée sur les épaules et attachée autour du cou. Les femmes seules portent, en outre, un vêtement de pudeur : c'est un petit lambeau triangulaire en peau de Guanaque, suspendu entre les cuisses et fixé par un cordon qui fait le tour des hanches.

» La danse n'existe pas ; il n'y a pas d'instruments de musique, mais on connaît quelques airs d'un caractère triste, dont les paroles n'ont pas de sens déterminé, et qui sont surtout chantés par les enfants ou les jeunes filles.

» Il n'y a pas de trace d'un art graphique ou plastique quelconque.

» Dans les manifestations de la vie affective, nous indiquerons les particularités suivantes : le caractère est gai, rieur, mobile, mais très peu expansif; les enfants et les femmes pleurent facilement. Les Fuégiens ont un mot pour désigner l'amitié, mais ce sentiment n'est pas chez eux très énergique. Le sentiment de la compassion est encore plus faible. Les malades ne sont pas cependant abandonnés, et les faibles sont secourus.

» Il n'y a pas de traditions d'anthropophagie.

» Les parents aiment leurs enfants et s'en occupent. A l'âge adulte on a du respect pour les parents et les vieillards ne sont jamais maltraités.

» La femme est assujettie à son mari; mais, pourvu qu'elle soit fidèle, celui-ci ne la maltraite pas. Les travaux dévolus aux femmes sont la pêche, la récolte des coquillages à marée basse, la confection des paniers en jonc, et des cordons tressés en fibres d'intestin ou de nerfs de baleine.

» Nous ne connaissons pas de rite funéraire chez les Fuégiens. Ils enterrent leurs morts à une petite profondeur au-dessous du sol, près du littoral, et ils ont l'habitude, disent-ils, de brûler plus tard les ossements.

» Nous n'avons jamais vu de manifestation d'un culte quelconque; nous n'avons pas constaté nettement la croyance en une vie future. Peut-être est-il utile de faire remarquer que ces signes négatifs ne constituent pas une preuve positive de l'absence de tout sentiment religieux.

» La vie morale est réduite à la famille; les degrés de parenté sont désignés par des mots spéciaux, en ligne directe et en ligne collatérale, mais le nom de chaque individu est simplement le nom du lieu où il est né.

» Le sentiment de la pudeur existe dans les deux sexes, mais il est plus développé chez la femme et porte un nom spécial.

» Le mariage est fondé généralement sur une affection réciproque et s'accomplit sans aucune cérémonie; il y a quelquefois mariage par capture. La polygamie, que l'usage autorise, a paru cependant être l'exception. La virginité de la jeune fille n'est pas estimée. L'adultère de la femme est

puni par des coups qui n'entraînent pas la mort. En cas d'abandon du mari par sa femme, les enfants restent à l'époux.

» La propriété est individuelle : il n'y a pas de chef, pas de hiérarchie sociale, pas d'esclaves.

» L'industrie se compose de la pêche et de la chasse en embarcation, près des côtes. Les instruments usités principalement pour la chasse sont les harpons en os à une entaille ou bien à plusieurs dents, mobiles sur un manche en bois de 4^{m} à 5^{m} de longueur, ou solidement fixés sur ce manche. Pour les oiseaux on se sert aussi de lacs en fanons de Baleines. Pour la chasse de la Loutre, les indigènes ont le Chien, qui est alors un auxiliaire indispensable.

» La pêche est pratiquée par les femmes, sans hameçon, avec une ligne terminée par un appât.

» On se procure du feu par le choc de deux pyrites l'une sur l'autre.

» On ignore complètement l'agriculture, la céramique, la métallurgie.

» Les armes sont les harpons en os, les frondes, rarement les flèches. Il n'y a pas d'armes empoisonnées et pas d'armes défensives.

» Les embarcations sont des canots en écorce d'arbre (*Fagus betuloides*).

» Les habitations, situées toujours près des plages et construites par les hommes, sont de simples abris très temporaires, en branches ou en troncs d'arbres.

» Les Fuégiens ne connaissent pas la pierre taillée, si ce n'est pour les pointes des flèches : le seul outil indigène est une grande coquille de Mytilus, taillée et rendue tranchante, solidement emmanchée, avec une lanière de peau de phoque, sur une pierre destinée à être tenue à pleine main.

» Les limites d'un Rapport sommaire nous obligent à borner ici cet exposé rapide de l'ethnologie fuégienne. Nous nous proposons d'étudier plus tard, avec tout le développement nécessaire, les sujets précédents : ils feront alors partie d'un travail d'ensemble qui aura l'honneur d'être présenté à l'Académie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur le Phylloxera gallicole.* Note de M. F. **Henneguy.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« J'ai poursuivi cet été mes recherches sur le Phylloxera gallicole. Comme plusieurs personnes l'ont remarqué, les galles ont été relativement rares cette année. Parmi les faits que j'ai pu recueillir, les deux suivants sont les plus intéressants.

» Dans le domaine de la Paille, près de Montpellier, il y a un grand champ planté en Riparia qui, pendant trois années consécutives, a été couvert de galles. Ce champ avait été choisi l'hiver dernier par M. Balbiani pour faire des expériences de badigeonnages contre l'œuf d'hiver. Au mois de mars 1882, on avait, en effet, trouvé dix-huit œufs d'hiver sur cinq souches prises au hasard, et pendant l'été tous les pieds avaient porté de nombreuses galles. Au mois de février 1883, sur une quinzaine de souches examinées avec soin, je n'avais pu trouver qu'un seul œuf d'hiver. Il était à prévoir que les galles seraient rares pendant l'été; une partie des vignes fut badigeonnée à la fin de février, l'autre partie fut laissée intacte pour servir de témoin. Le vignoble fut exploré minutieusement à plusieurs reprises et *pas une seule* galle ne s'est montrée sur les feuilles dans tout le courant de l'année, aussi bien dans la partie témoin que dans la partie traitée. L'expérience a donc été négative au point de vue de la destruction de l'œuf d'hiver, car on espérait que les galles apparaîtraient dans la partie témoin, et manqueraient sur les souches badigeonnées, mais elle a prouvé que la végétation n'avait pas souffert du badigeonnage fait avec un mélange de 9 parties de goudron de houille et de 1 partie d'huile lourde.

La propriété de M. Laliman, à Bordeaux, célèbre par la quantité de galles qu'y portent les cépages américains, a présenté, à ce point de vue, une différence notable avec les années précédentes. Dans les derniers jours du mois d'avril, après l'éclosion des œufs d'hiver, j'ai trouvé quelques jeunes galles sur des Clintons et des Taylors. Au mois d'août, ces galles s'étaient multipliées, mais beaucoup moins que d'ordinaire. Tandis que les années précédentes les pieds de vignes indemnes étaient exceptionnels, cet été on était obligé de chercher les vignes gallifères; de plus, sur beaucoup de ces dernières, les galles ne se trouvaient qu'à l'extrémité des sarments sur les

plus jeunes feuilles, ce qui indiquait que ces vignes n'avaient été infestées que tardivement par contagion et non directement par des œufs d'hiver. Des pieds de Vialla, dont, en 1882, les feuilles et les vrilles et même le bois des jeunes pousses étaient déformés par les nombreuses galles qu'ils portaient, étaient complètement indemnes cette année.

» Dans une Communication faite à l'Académie, au mois de décembre 1882, j'avais émis l'hypothèse de l'existence de sexués gallicoles pour expliquer l'apparition presque constante de galles dans les mêmes vignobles; mes nouvelles recherches n'ont pas été plus heureuses que les précédentes et il ne m'a pas été possible de trouver un seul individu sexué parmi les milliers de gallicoles que j'ai examinés. L'absence complète de galles sur des pieds qui en étaient couverts l'année dernière semblerait bien indiquer qu'il n'y a pas de sexués gallicoles; cependant, avant de rejeter cette hypothèse, basée sur l'analogie qui existe entre le Phylloxera de la vigne et celui du chêne, je crois devoir faire remarquer que la plupart des galles que j'ai recueillies à la Paille l'année dernière, vers la fin de septembre, étaient vides, ou ne renfermaient plus que des insectes desséchés, tandis que les années précédentes j'avais trouvé dans les galles des pondeuses et des jeunes Phylloxeras jusque vers la fin d'octobre. Il se pourrait donc que l'année dernière les sexués gallicoles n'aient pas eu le temps de se produire, les individus destinés à leur donner naissance étant morts prématurément, sans doute sous l'influence de conditions climatologiques non déterminées.

» M. Marion pense que les galles qui apparaissent tardivement dans le courant de l'été sont produites par des insectes radicicoles sortis de terre et venus se fixer sur les feuilles. Cette genèse des galles est évidemment possible, puisque M. Balbiani est parvenu à faire se fixer des radicicoles sur des feuilles de vigne, en les habituant à vivre dans un milieu de moins en moins humide, et que M. Max. Cornu a obtenu une galle dans des conditions semblables; mais ces faits sont exceptionnels, et je crois que l'apparition des galles, en l'absence de l'œuf d'hiver, doit être fort rare. Chaque fois que j'ai constaté la formation tardive de galles dans un vignoble, j'ai pu, en cherchant avec soin, retrouver le cep qui était la cause de l'infection. Il n'est pas toujours facile de trouver les premières galles. Un seul individu printanier, éclos vers le 15 avril, peut former une galle qui passe inaperçue; les jeunes qui sortiront de cette galle se répandront sur les vignes voisines, pourront être en partie détruits, et ne produiront que quelques galles isolées qui pourront également passer inaperçues; ce ne sera souvent qu'à la troisième ou quatrième génération

que les galles deviendront plus nombreuses et commenceront à devenir visibles.

» Si les Phylloxeras radicicoles quittent exceptionnellement la partie souterraine des vignes pour se fixer sur les feuilles, les gallicoles, au contraire, se portent volontiers aux racines et y fondent des colonies nouvelles, douées d'une grande fécondité, puisqu'elles sont très rapprochées des individus sortis de l'œuf d'hiver. La présence des galles dans un vignoble est donc une cause permanente d'infection : à chaque nouvelle génération de galles correspond en général une nouvelle invasion des racines. Il serait donc à désirer que les galles fussent détruites au fur et à mesure de leur production, surtout vers les mois de juin et de juillet. C'est, en effet, à cette époque que les galles se multiplient et que les générations de leurs hôtes se succèdent le plus rapidement. »

M. H. **Landois** adresse, de Münster (Westphalie), une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. **Hirn**, notre savant Correspondant, annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *Hallauer*, le collaborateur dévoué qui l'a constamment aidé dans tous ses travaux de Physique mécanique et qu'il considérait, au point de vue scientifique, comme un autre lui-même.

M. le **Ministre du Commerce** prie l'Académie de vouloir bien lui adresser une liste de deux ou trois candidats, pour la chaire de Géométrie descriptive, devenue vacante, au Conservatoire des Arts et Métiers, par le décès de M. de la Gournerie.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Ouvrage de M. *A. de Rochas*, intitulé : « La Science dans l'antiquité. Les origines de la Science et ses premières applications. »

2° Une Carte de l'une des provinces du Portugal, mise en relief par un procédé spécial, par M. *J.-J. de Mendonça Cortès*. Cette Carte, qui fait partie de la Carte de l'état-major du Portugal (Direction des travaux géodésiques), est jointe à une Brochure du même auteur « Sur un nouveau système de clivage des cartes ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (235), *faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)* par M. G. Bigourdan. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1883.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascens. droite (235) — ★.	Déclinaison (235) — ★.
			m s	′ ″
Décembre 1......	*a* 478 B.D + 15°	9,5	— 1. 1,14	— 1.47,7
5......	*b* 470 »	9	— 0.27,88	— 4.28,9
6......	*b* »	»	— 1.10,82	— 4.34,0
7......	*b* »	»	— 1.53,18	— 4.35,5

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1883.	Étoiles de comp.	Ascens. droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Déc. 1.......	*a*	3.17.50,45	+5,03	+15.52.42,8	+12,4	B.B., t. VI.
5,6 et 7..	*b*	3.13.58,52	+5,03	+15.54.28,2	+12,8	Rapportée à la préc.

Positions apparentes des planètes.

Dates 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison. apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Décembre 1....	7.42.3	3.16.54,34	$\bar{1}$,444*n*	+15.51. 7,5	0,718	24:20
5....	11.17.15	3.13.35,67	$\bar{1}$,029	+15.50.12,1	0,685	24:20
6....	9.55.59	3.12.52,73	$\bar{2}$,437*n*	+15.50. 7,0	0,680	24:16
7....	8.53.12	3.12.10,37	$\bar{1}$,108*n*	+15.50. 5,5	0,688	24:16

» *Remarque*. — Cette planète, qui a été découverte à Vienne par M. J. Palisa, le 28 novembre, est de grandeur 12,5. L'étoile de comparaison *b* a été rapportée à l'étoile *a*; avec l'équatorial j'ai obtenu, par 9 : 6 comparaisons,

$$\text{Æ} \star b - \star a = -3^m 51^s,93, \quad \text{ⓓ} \star b - \star a = +1'45'',4. \text{ »}$$

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Pons-Brooks, faites à l'équatorial Ouest du Jardin,* par MM. **Henry**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1883.	Temps moyen.	Ascension droite.	Distance polaire.	Nombre de comp.	Étoiles de comp.
	h m s	h m s	° ′ ″		
Nov. 26.......	10. 7.59	18.15. 3,88	42.14.29,0	4	*a*
27.......	7.36.41	18.18.32,83	42.27.22,4	3	*a*
Déc. 6.......	8. 2.20	18.58.34,52	45. 6.45,5	3	*b*
7.......	8.15.52	19. 3.39,89	45.29.26,2	4	*c*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1883,0.

Dates.	Étoiles de comparaison.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	s	
Nov. 26....	*a* 33773 Lalande.	18.12.25,16	−0,03	42.28.41,3	−18,6	Cat. Laland
27....	*a* 33773 Id.	18.12.25,16	−0,04	42.28.41,3	−18,3	Id.
Déc. 6....	*b* 35525 Id.	18.54.31,34	+0,37	45.10. 4,8	−21,3	Id.
7....	*c* 36113 Id.	19. 6.39,62	+0,51	45.37.53,7	−23,0	Id.

» Les observations de la comète sont corrigées de l'effet de la parallaxe.

» Le 27 novembre, la comète était visible à l'œil nu. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation du spectre de la comète Pons* 1812-*Brooks à l'équatorial de* 14 *pouces*($0^m,378$) *de l'Observatoire de Bordeaux.* Note de M. G. **Rayet**.

« La comète Pons-Brooks, que nous observons à Bordeaux depuis trois mois, a, dans la dernière quinzaine, pris assez d'éclat pour rendre possible l'étude de son spectre.

» Avec un spectroscope coudé, à un seul prisme, adapté au grand Équatorial de 14 pouces ($0^m,378$) d'Eichens-Gautier, j'ai pu, dans la soirée de hier, 8 décembre, étudier le spectre de l'astre.

» Ce spectre se compose des trois bandes lumineuses ordinaires au spectre des comètes : la bande orangée et la bande bleue sont peu intenses, et ne sont données que par les parties de la nébulosité voisines du noyau; la bande moyenne, située dans le vert, est, au contraire, très brillante et occupe presque toute la hauteur du champ du spectroscope. La lumière qui répond à la bande moyenne du spectre provient donc à la fois des couches incandescentes voisines du noyau et des couches très éloignées.

» La très grande intensité de la bande spectrale moyenne me paraît être le caractère propre de la comète de Pons.

» Le noyau ne donne pas de spectre continu sensible, quoique son éclat soit comparable à celui d'une étoile de 8e grandeur. »

MÉCANIQUE. — *Sur la forme des expressions des distances mutuelles, dans le problème des trois corps* (1). Note de M. A. LINDSTEDT, présentée par M. Tisserand.

« Nous effectuerons l'intégration par une suite d'opérations successives. La première approximation nous fournira les termes du premier ordre, la seconde y ajoutera ceux du deuxième ordre, etc. Maintenant, supposons que nous ayons trouvé un système de valeurs approchées pour les quantités $u, u', v, q, \rho, \rho', \delta$. Alors, en calculant, à l'aide de ces valeurs, les seconds membres de (7), ces équations prendront la forme d'un système simultané d'équations linéaires à coefficients constants; on pourra donc les intégrer immédiatement par les méthodes connues.

» Par ce procédé, on obtiendrait cependant dans les intégrales des termes qui contiendraient t ou des puissances de t comme facteur. Pour éviter cet inconvénient, qui n'est pas fondé, en général, dans la nature du problème, nous ferons usage des principes indiqués dans le Mémoire *Beitrag zur Integration der Differentialgleichungen der Störungstheorie* (*Mém. de l'Acad. imp. de Saint-Pétersbourg*, 8e série, t. XXXI, n° 4), en introduisant un nombre de constantes indéterminées

$$\lambda_1,\ \mu_1,\ \nu_1,\ \tau_1,\ \lambda_2,\ \mu_2,\ \ldots,\ \lambda_0,\ \mu_0,\ \nu_0$$

et en écrivant, au lieu de (7),

$$(8)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d^2u}{dt^2}+(\alpha_1-\lambda_1)u+(\beta_1-\mu_1)u'+(\gamma_1-\nu_1)v+(\varepsilon_1-\tau_1)q\\ &\qquad=(U_1-\lambda_1)u+(U'_1-\mu_1)u'+(V_1-\nu_1)v+(Q_1-\tau_1)q,\\ &\frac{d^2u'}{dt^2}+(\alpha_2-\lambda_2)u+(\beta_2-\mu_2)u'+(\gamma_2-\nu_2)v+(\varepsilon_2-\tau_2)q\\ &\qquad=\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ &\frac{d^2q}{dt^2}+(\alpha_0-\lambda_0)u+(\beta_0-\mu_0)u'+(\gamma_0-\nu_0)v-\tau_0q\\ &\qquad=(U_0-\lambda_0)u+(U'_0-\mu_0)u'+(V'_0-\nu_0)v-\tau_0q. \end{aligned}\right.$$

En effet, les constantes $\lambda_1, \mu_1, \ldots$ seront déterminées, de sorte que tous les

(1) *Voir* même tome, p. 1276.

termes qui donneraient naissance aux termes de la nature indiquée se détruisent dans les seconds membres.

» Donc, en commençant, pour obtenir les termes du premier ordre, par la supposition $u = u' = v = q = \rho = \rho' = \delta = 0$ dans les seconds membres, et en continuant de la manière indiquée, on arrivera surtout au résultat remarquable que le nombre des arguments dans les intégrales demandées est de *quatre*. En les écrivant comme il suit,

$$w_1 = nt + \pi, \quad w_2 = n't + \pi', \quad w_3 = mt + \omega, \quad w_4 = \nu t + \omega',$$

nous voyons que les constantes n, n', m et ν se déterminent par l'équation

$$(q) \quad \begin{vmatrix} w + \alpha_1 - \lambda_1 & \beta_1 - \mu_1 & \gamma_1 - \nu_1 & \varepsilon_1 - \tau_1 \\ \alpha_2 - \lambda_2 & w + \beta_2 - \mu_2 & \gamma_2 - \nu_2 & \varepsilon_2 - \tau_2 \\ \alpha_3 - \lambda_3 & \beta_3 - \mu_3 & w + \gamma_3 - \nu_3 & \varepsilon_3 - \tau_3 \\ \alpha_0 - \lambda_0 & \beta_0 - \mu_0 & \gamma_0 - \nu_0 & w - \tau_0 \end{vmatrix} = 0,$$

dont les racines seront

$$-n^2, \quad -n'^2, \quad -m^2, \quad -\nu^2.$$

» De plus, on verra que l'on n'aura, dans les expressions des u, u', v, q, que des termes de la forme

$$b \sin(iw_1 \pm i'w_2 \pm jw_3 \pm kw_4),$$

où b sera au moins de l'ordre $i + i' + j + k$.

» Il n'y aura pas non plus de termes constants dans ces expressions; on trouve, à cause de l'équation (5), que les séries pour r, r' et Δ ne peuvent avoir des termes multipliés par des puissances de t. Cependant on doit ici faire exception pour le cas où l'on a $in \pm i'n' \pm jm \pm k\nu$ exactement $= 0$, ce qui n'aura lieu toutefois que dans des cas très particuliers.

» Jusqu'ici nous n'avons fait aucune supposition sur les grandeurs relatives des masses M, m et m'. Maintenant, en considérant le cas actuel du Soleil et de deux planètes, nous observons, à cause de l'équation (9), que l'on peut poser dans ce cas

$$m = n + n' + \sigma, \quad \nu = n - n' + \sigma',$$

σ et σ' étant des quantités essentiellement différentes l'une de l'autre, et en outre du même ordre que les masses m et m'. Il en résulte comme conséquence que l'on aura, par exemple dans l'expression de r, deux espèces particulières de termes dont les coefficients obtiendront par l'intégration un diviseur de l'ordre des masses m et m' pendant que le numérateur sera aussi du même ordre.

» En considérant encore, pour plus de simplicité, la distance r seule, on arrivera d'abord à l'intégration des équations (7) ou (8) pour les termes dont les arguments sont de la forme

$$(n \pm i\sigma \pm i'\sigma')t.$$

On voit aisément que les coefficients de ces termes seront multipliés par l'un des facteurs $\eta'\zeta$, $\eta' k$, ..., de sorte que ces coefficients sont, comme on l'exprime usuellement, au moins du premier ordre par rapport aux excentricités et inclinaison mutuelle des orbites des m et m' autour de k. En second lieu, par l'intégration du système (6), il y aura aussi, dans l'expression de r, des termes dont les arguments seront de la forme

$$(i\sigma \pm i'\sigma')t$$

et dont les coefficients obtiendront un petit diviseur de l'ordre m et m'. On s'assure que les numérateurs sont du même ordre, au moins qu'ils sont multipliés par des facteurs $\eta\eta'\zeta$, $\eta\eta' k$, $\eta'^2\zeta k$, ... Donc ces coefficients sont au moins du *second* ordre par rapport aux excentricités et à l'inclinaison mutuelle.

» En effet, on a trouvé, dans les théories précédentes, des termes de la nature indiquée. M. Gyldén les a nommés *élémentaires*, mais il n'a pu donner le vrai nombre des arguments.

» Enfin, il faut remarquer que le nombre des constantes indépendantes d'intégration qui se trouvent dans les expressions des r, r', Δ doit être *neuf*. Notre système (1) et (3), étant effectivement du onzième ordre, nous a fourni onze constantes d'intégration. Il faut donc que l'on ait deux relations entre ces constantes.

» D'abord nous voyons que l'équation (2) doit être satisfaite. Donc nous obtiendrons l'une des relations cherchées en exprimant la condition que l'on ne doit pas avoir de terme constant dans $\frac{dq}{dt}$. L'équation qui nous donnera l'autre relation est bien connue par le travail déjà mentionné de Lagrange; c'est l'équation désignée par (N) dans son Mémoire.

» On peut ajouter que les résultats ci-dessus énoncés se généralisent aisément pour le cas d'une loi quelconque $f(r)$ de l'attraction. Il est facile de voir aussi, par le même moyen, que le nombre des arguments dans les expressions analytiques des distances mutuelles dans un système de n corps sera $(n-1)^2$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le nombre des permutations de n éléments qui présentent s séquences.* Note de M. D. **André**, présentée par M. Hermite.

« Dans la séance de l'Académie du 6 septembre 1875, J. Bienaymé a énoncé, sans le démontrer, un théorème très curieux, touchant le nombre probable des maxima, minima et séquences d'une suite, prise au hasard, de n nombres inégaux.

» L'étude de ce théorème, jointe à celle de la démonstration si élégante qu'en a donnée ([1]) M. J. Bertrand, m'a conduit à me demander si l'on ne pourrait pas trouver un moyen simple de calculer le nombre exact des permutations de n éléments qui ont μ maxima et μ' minima, ou bien, ce qui revient au même, le nombre exact des permutations de n éléments qui présentent s séquences. C'est là un problème qui me paraît intéressant, qu'on ne s'était peut-être jamais proposé, et que je viens de résoudre par les moyens suivants.

» Considérons toutes les permutations qu'on peut former avec n nombres inégaux, ou, plus simplement, avec les n premiers nombres. Appelons permutations (n, s) celles d'entre elles qui présentent s séquences; et désignons le nombre de ces dernières par la notation $P_{n,s}$.

» Évidemment, toute permutation des n premiers nombres peut être regardée comme provenant d'une certaine permutation des $n-1$ premiers nombres, où le nombre n a été introduit à une certaine place. Or, lorsqu'on introduit le nombre n dans une permutation quelconque des $n-1$ premiers nombres, il ne se produit jamais, relativement au nombre des séquences de cette permutation, que l'une de ces trois choses : ou bien ce nombre de séquences ne change pas, ou bien il augmente d'une unité, ou bien il augmente de deux unités. Il s'ensuit immédiatement que toute permutation (n, s) provient, sans exception, soit d'une permutation $(n-1, s)$, soit d'une permutation $(n-1, s-1)$, soit d'une permutation $(n-1, s-2)$.

» Mais, dans une permutation quelconque des $n-1$ premiers nombres, on peut distinguer, par des caractères très nets, les places où l'introduction du nombre n produit tel ou tel des effets énumérés plus haut; on peut, par conséquent, calculer sans peine le nombre des places correspondant à chacun de ces effets. On trouve, par ces calculs, que chaque permutation

([1]) Dans la séance du 13 septembre 1875.

$(n-1,s)$ donne s permutations (n,s); que chaque permutation $(n-1, s-1)$ en donne 2; que chaque permutation $(n-1, s-2)$ en donne $n-s$. De là, l'identité suivante :

$$P_{n,s} = sP_{n-1,s} + 2P_{n-1,s-1} + (n-s)P_{n-1,s-2}.$$

» Cette identité constitue, dans la théorie des permutations, une formule fondamentale. Elle résout complètement le problème qui nous occupe; car, associée aux identités évidentes,

$$P_{n,1} = 2 \quad \text{et} \quad P_{n,2} = 2P_{n-1,2} + 2P_{n-1,1},$$

elle permet de calculer de proche en proche, d'une façon très régulière, les diverses valeurs de $P_{n,s}$.

» On peut remarquer que la méthode qu'elle nous fournit pour effectuer ces calculs nous conduit naturellement à disposer les valeurs trouvées en un triangle, analogue au triangle de Pascal, et dont voici les premières lignes :

2						
2	4					
2	12	10				
2	28	58	32			
2	60	236	300	122		
2	124	836	1852	1682	544	
2	252	3012	9576	14622	10332	2770
.	....	.....	.....	......	......	.....

» Ce triangle n'est autre chose qu'une table à double entrée, où le nombre $P_{n,s}$ se trouve à l'intersection de la colonne de rang s et de la ligne de rang $n-1$. Si l'on examine les nombres qui le composent, on arrive, par induction, aux deux théorèmes suivants, qu'il est aisé de démontrer en toute rigueur, et qui sont vrais, le premier quel que soit n, le second dès que n dépasse 3 :

» I. *Le nombre des permutations de n éléments qui présentent s séquences est toujours un nombre pair.*

» II. *Parmi les permutations de n éléments, il y a autant de permutations ayant un nombre pair de séquences que de permutations en ayant un nombre impair.*

» Je ferai observer en terminant que la formule fondamentale établie ci-dessus donne facilement le théorème de J. Bienaymé. Supposons, en effet, qu'on ait formé le tableau complet des permutations des n premiers nombres, et qu'on cherche le nombre total des séquences contenues dans ce tableau. On trouve, grâce à cette formule fondamentale, que ce nombre total est égal à $\frac{2n-1}{3}n!$ et, par conséquent, que le nombre moyen des séquences de chaque permutation est égal à $\frac{2n-1}{3}$. Il s'ensuit que le rapport $\frac{s}{n}$ a pour valeur moyenne la fraction $\frac{2n-1}{3n}$, qui tend vers $\frac{2}{3}$ lorsque n croît indéfiniment; c'est précisément en cela que consiste le théorème de J. Bienaymé. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de Liouville.* Note de M. **Stieltjes**, présentée par M. Hermite.

« Dans le Tome XIV (2e série, année 1869, p. 1) du *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, Liouville, dans une Lettre adressée à M. Besge, a donné une relation remarquable entre les nombres de classes de formes quadratiques.

» A l'aide de considérations arithmétiques, j'ai pu établir d'autres relations d'une forme analogue, et je me suis aperçu après qu'on peut établir aussi toutes ces formules à l'aide de la théorie des fonctions elliptiques. Les théorèmes I-IV qui vont suivre sont ceux que je connais jusqu'à présent; le premier théorème est celui qui a été donné par Liouville.

» Comme je l'ai déjà dit, on peut vérifier ces théorèmes à l'aide de formules tirées de la théorie des fonctions elliptiques; mais déjà, dans le cas du théorème IV, cette vérification demande des calculs assez prolixes.

» Désignons généralement par $F(n)$ le nombre des classes de formes quadratiques de déterminant $-n$, dont un au moins des coefficients extrêmes est impair. Toutefois, lorsque n est un carré impair, il faudra diminuer de $\frac{1}{2}$ le nombre de ces classes pour avoir $F(n)$; ainsi $F(1)=\frac{1}{2}$, $F(9)=2\frac{1}{2}$, ... Cette convention, qui simplifie les formules, a été introduite par M. Kronecker.

» Ensuite, dans les sommations suivantes, il faudra attribuer à s les valeurs $1, 3, 5, 7, 9, \ldots$, et arrêter les séries lorsque, dans le terme suivant, l'argument de la fonction F deviendrait négatif.

» Cela posé, on a les théorèmes suivants :

» Théorème I. — *Soit* N *un nombre positif impair; alors*

$$\Sigma(-1)^{\frac{s-1}{2}} s\mathrm{F}(4\mathrm{N}-s^2) = \Sigma(x^2-y^2).$$

» La sommation, dans le second membre, a rapport à toutes les solutions de $\mathrm{N} = x^2 + y^2$, x étant impair et positif, y étant quelconque, positif, nul ou négatif.

» Théorème II. — *Soit* N *un nombre positif quelconque; alors*

$$2\Sigma(-1)^{\frac{s-1}{2}} s\mathrm{F}(4\mathrm{N}-2s^2) = (-1)^{\frac{\mathrm{N}(\mathrm{N}-1)}{2}} \Sigma(x^2-2y^2).$$

» La sommation, dans le second membre, a rapport à toutes les solutions de $\mathrm{N} = x^2 + 2y^2$, x et y étant des nombres entiers quelconques, positifs, nuls ou négatifs.

» Théorème III. — *Soit* N *un nombre positif de la forme* $8k+3$; *alors*

$$2\Sigma(-1)^{\frac{s-1}{2}+\frac{s^2-1}{8}} s\mathrm{F}\left(\frac{\mathrm{N}-s^2}{2}\right) = (-1)^{\frac{\mathrm{N}+5}{8}} \Sigma(x^2-2y^2).$$

» La sommation, dans le second membre, a rapport à toutes les solutions de $\mathrm{N} = x^2 + 2y^2$, x et y étant positifs et impairs.

» Théorème IV. — *Soit* N *un nombre positif quelconque; alors*

$$\Sigma(-1)^{\frac{s-1}{2}} s\mathrm{F}(16\mathrm{N}-3s^2) = \Sigma(x^2-3y^2).$$

» La sommation, dans le second membre, a rapport à toutes les solutions de $\mathrm{N} = x^2 + 3y^2$, x et y étant des nombres entiers quelconques, positifs, nuls ou négatifs, soumis seulement à cette restriction que $x+y$ doit être impair.

» Nous devons ajouter que, dans toutes ces formules, le second membre devient égal à zéro lorsqu'il n'y a pas de représentation de N par la forme quadratique indiquée. Cela a lieu, par exemple, dans le premier théorème, lorsque N est de la forme $4k+3$, et dans le quatrième, lorsque N est pair. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Démonstration nouvelle de deux théorèmes de M.* Bertrand; par M. **Georges Ossian Bonnet**. (Extrait par l'auteur.)

« Supposons que d'un point A d'une surface donnée S on trace sur celle-ci et dans toutes les directions des lignes géodésiques. Prenons, à partir du point A, pour chacune d'elles, un arc AM de longueur constante r : le lieu des extrémités M sera une ligne de la surface à laquelle nous donnerons, pour abréger, le nom de *circonférence géodésique* de centre A et de rayon géodésique r.

» Nous appellerons aussi *cercle géodésique* la portion de la surface comprise dans une circonférence géodésique.

» Cela posé et considérant le rayon r comme infiniment petit principal, il est utile de connaître le périmètre de la circonférence géodésique en ne négligeant que les infiniment petits d'un ordre supérieur au troisième; et l'aire du cercle géodésique en ne négligeant que les infiniment petits d'un ordre supérieur au quatrième.

» Ces problèmes ont été posés et résolus pour la première fois par M. Bertrand; MM. Puiseux, Diguet, Faye s'en sont ensuite occupés. Nous nous proposons d'en donner ici une nouvelle solution.

» Je ferai usage des propositions suivantes, dues à M. Ossian Bonnet, mon père :

» 1° Soit $f(\alpha)$ un infiniment petit avec α, d'ordre p et ayant $A\alpha^p$ pour valeur principale. Supposons que $f(\alpha)$ ait une fonction primitive $F(\alpha)$ bien déterminée pour $\alpha = 0$ et pour α très petit; $F(\alpha) - F(0)$ sera infiniment petit d'ordre $p+1$ et aura $\frac{A}{p+1}\alpha^{p+1}$ comme valeur principale.

» 2° $F(\alpha)$ étant toujours la fonction primitive, bien déterminée pour $\alpha = 0$ et pour α suffisamment petit, de l'infiniment petit $f(\alpha)$, si $f(\alpha)$ est d'ordre supérieur à p, $F(\alpha) - F(0)$ sera d'ordre supérieur à $p+1$.

» 3° Si l'on a

$$f(\alpha) = a + b\alpha + c\alpha^2 + \ldots + m\alpha^p,$$

en négligeant les infiniment petits d'ordre supérieur à p, on aura

$$F(\alpha) = F(0) + a\alpha + \frac{b}{2}\alpha^2 + \frac{c}{3}\alpha^3 + \ldots + \frac{m}{p+1}\alpha^{p+1},$$

en négligeant les infiniment petits d'ordre supérieur à $p+1$.

» Revenons maintenant à la question.

» Supposons que les différents points M de la surface donnée S soient rapportés au système de coordonnées qu'on peut appeler *coordonnées polaires géodésiques,* et qui ne sont autres que la longueur r de l'arc de ligne géodésique qui va du point M à un point fixe A (on sait que cette ligne est unique pourvu que le point M soit suffisamment près du point A); et l'angle ω sous lequel la ligne géodésique MA coupe une autre ligne géodésique fixe, issue du même point A.

» On sait que Gauss a le premier considéré ce système de coordonnées et qu'il lui a reconnu les deux propriétés suivantes :

» 1° Les deux systèmes de lignes coordonnées se coupent partout à angle droit.

» 2° Si l'on appelle c la fonction de r et de ω, qui représente l'arc de la circonférence géodésique de rayon r, compris entre la ligne géodésique initiale $\omega = 0$ et la ligne géodésique quelconque qui coupe la première sous l'angle ω, on a

$$(1) \qquad \frac{\partial^3 c}{\partial r^2 \partial \omega} = - \frac{\frac{\partial c}{\partial \omega}}{RR'},$$

R et R' étant les rayons de courbure principaux de la surface ([1]).

» La formule (1) de Gauss conduit à une solution simple des problèmes que nous avons en vue.

» Appelons R_0 et R'_0 les valeurs de R et de R' pour le point A ; il sera possible de trouver un nombre déterminé, positif et fini K, tel que $\frac{1}{RR'} - \frac{1}{R_0 R'_0}$ soit plus petit que Kr et plus grand que $-Kr$ pour tous les points de la surface situés dans l'intérieur de la circonférence géodésique de rayon r.

» Cela étant et remarquant que $\frac{dc}{d\omega}$ est toujours positif, la relation (1) entraîne les deux inégalités suivantes :

$$\frac{\partial^3 c}{\partial r^2 \partial \omega} > - \frac{\partial c}{\partial \omega}\left(\frac{1}{R_0 R'_0} + Kr\right) \quad \text{et} \quad \frac{\partial^3 c}{\partial r^2 \partial \omega} > - \frac{\partial c}{\partial \omega}\left(\frac{1}{R_0 R'_0} - Kr\right).$$

Multiplions par $d\omega$ et intégrons de 0 à 2π, il viendra

$$\frac{d^2 C}{dr^2} > - C\left(\frac{1}{R_0 R'_0} + Kr\right) \quad \text{et} \quad \frac{d^2 C}{dr^2} < - C\left(\frac{1}{R_0 R'_0} - Kr\right),$$

C étant le périmètre de la circonférence géodésique de rayon r.

---

(1) Nous avons de ces deux propriétés des démonstrations directes et simples que le manque de place nous empêche de donner ici.

» De là on conclut que, si l'on pose

$$\frac{d^2C}{dr^2} = -\frac{C}{R_0R'_0}(1+\varepsilon),$$

ε sera une fonction de r seulement, infiniment petite avec r. Or C est une fonction de r, infiniment petite du premier ordre et qui a $2\pi r$ pour valeur principale (ce théorème est loin d'être évident : il faut pour l'établir rigoureusement une démonstration assez délicate, que le manque de place nous oblige à réserver pour une autre Communication); donc $-\frac{C}{R_0R'_0}(1+\varepsilon)$, et par conséquent $\frac{d^2C}{dr^2}$ qui lui est égal, sera aussi du premier ordre et aura $-\frac{2\pi r}{R_0R'_0}$ pour valeur principale; en d'autres termes, on a

$$\frac{d^2C}{dr^2} = -\frac{2\pi r}{R_0R'_0},$$

en négligeant les infiniment petits d'un ordre supérieur au premier.

» Donc $\frac{dC}{dr}$ étant, pour $r=0$, la limite du rapport $\frac{C}{r}$, c'est-à-dire 2π, on voit, d'après le théorème de M. Ossian Bonnet énoncé plus haut, que

$$\frac{dC}{dr} = 2\pi - \frac{\pi r^2}{R_0R'_0},$$

en négligeant les infiniment petits d'un ordre supérieur au second; puis, C étant nul pour $r=0$, que

$$C = 2\pi r - \frac{\pi r^3}{3R_0R'_0},$$

en négligeant les infiniment petits d'un ordre supérieur au troisième.

» C'est le premier résultat obtenu par M. Bertrand. Le second s'en déduit immédiatement.

» En effet, en appelant A l'aire du cercle géodésique de rayon r, on voit aisément que

$$\frac{dA}{dr} = C;$$

donc, A étant nul pour $r=0$,

$$A = \pi r^2 - \frac{\pi r^4}{12R_0R'_0},$$

en négligeant les infiniment petits d'un ordre supérieur au quatrième. »

ÉLECTRICITÉ. — *Formules donnant la résistance électrique du circuit employé dans l'éclairage Edison;* par M. G. GUÉROULT.

M. GUÉROULT demande l'ouverture d'un pli cacheté, qui a été déposé par lui le 12 décembre 1881, et inscrit sous le n° 3539. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient la Note suivante :

« Je suppose que de la machine M partent deux conducteurs A et B; les lampes sont réparties par groupes égaux. Soient R la résistance réduite de chaque groupe, r_1 la résistance totale des deux branches de conducteurs aboutissant au dernier groupe à droite, r_2, r_3, ... les résistances du circuit au deuxième, troisième, ... groupe, à partir de la droite. Soient $\mathcal{R}_1, \mathcal{R}_2, \ldots, \mathcal{R}_n$ les résistances cherchées.

» On a

$$\mathcal{R}_1 = R + r_1,$$

$$\mathcal{R}_2 = \frac{(R + r_1)R}{2R + r_1} + r_2 = \frac{R^2 + Rr_1 + 2Rr_2 + r_1r_2}{2R + r_1} = \frac{R + r_1 + 2r_2 + \dfrac{r_1r_2}{R}}{2 + \dfrac{r_1}{R}}.$$

Si l'on suppose $r_1 < R$, $r_2 < r_1$, le produit $\frac{r_1r_2}{R}$ est négligeable, et la formule devient

$$\mathcal{R}_2 = \frac{R + r_1 + 2r_2}{2 + \dfrac{r_1}{R}},$$

$$\mathcal{R}_3 = \frac{\mathcal{R}_2 R}{\mathcal{R}_2 + R} + r_3 = \frac{R + r_1 + 2r_2 + 3r_3}{3 + 2\dfrac{r_1}{R} + \dfrac{2r_2}{R}},$$

$$\mathcal{R}_4 = \frac{R + r_1 + 2r_2 + 3r_3 + 4r_4}{4 + \dfrac{3r_1}{R} + \dfrac{4r_2}{R} + \dfrac{2r_3}{R}},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$(1) \qquad \mathcal{R}_n = \frac{R + r_1 + 2r_2 + 3r_3 + \ldots + nr_n}{n + \dfrac{1}{R}[(n-1)r_1 + (n-2)2r_2 + (n-3)3r_3 + \ldots + (n-1)r_{n-1}]}.$$

» La formule (1) est l'expression exacte de la résistance quand on néglige les produits deux à deux, trois à trois, n à n des quantités décroissantes $r_1, r_2, \ldots, r_n$, divisés par R.

» Mais, pour que le courant puisse aller de la machine jusqu'au bout du circuit, il faut que, du dernier groupe à droite jusqu'à la machine, la

force électromotrice aille en croissant. Cette condition est exprimée par la formule

$$(2) \qquad \mathcal{R}_n \frac{ne}{\mathrm{R}} < \mathcal{R}_{n+1}(n+1)\frac{e}{\mathrm{R}} \quad \text{ou} \quad \mathcal{R}_n n < \mathcal{R}_{n+1}(n+1),$$

où e représente la force électromotrice nécessaire à chaque lampe pour donner le pouvoir éclairant requis.

» On peut simplifier considérablement ces deux formules si l'on fait

$$r_1 = 2r_2 = 3r_3 = \ldots = nr_n.$$

» La formule (1) devient alors

$$\mathcal{R}_n = \frac{\mathrm{R} + nr_1}{n + \frac{n(n-1)r_1}{2\mathrm{R}}}$$

ou, en posant $\frac{r_1}{\mathrm{R}} = \varepsilon$,

$$(3) \qquad \mathcal{R}_n = \frac{2\mathrm{R}}{n}\,\frac{(1+n\varepsilon)}{2+(n-1)\varepsilon}.$$

» L'équation (2) devient, dans cette hypothèse,

$$\frac{2\mathrm{R}(1+n\varepsilon)}{2n+n(n-1)\varepsilon}\,n < \frac{2\mathrm{R}[1+(n+1)\varepsilon]}{2(n+1)+n(n+1)\varepsilon}(n+1)$$

ou

$$\frac{1+n\varepsilon}{2+(n-1)\varepsilon} < \frac{1+(n+1)\varepsilon}{2+n\varepsilon}$$

ou

$$2n\varepsilon + n\varepsilon + n^2\varepsilon^2 < 2(n+1)\varepsilon + (n-1)\varepsilon + (n^2-1)\varepsilon$$

ou enfin (3)

$$0 < \varepsilon(1-\varepsilon).$$

Si ε est < 1, cette condition est toujours remplie.

» Calculons, sur cette donnée, quelle doit être la force électromotrice en un point des conducteurs pour alimenter n groupes de p lampes; la force électromotrice de chaque lampe étant e et la résistance ρ,

$$\frac{\rho}{p} = \mathrm{R}.$$

» On a

$$\frac{\mathrm{E}_n}{\mathcal{R}_n} = \frac{npe}{\rho} = n\frac{e}{\mathrm{R}},$$

$$(4) \qquad \mathrm{E}_n = n\frac{e}{\mathrm{R}}\,\frac{\mathrm{R}(1+n\varepsilon)}{n+\frac{n(n-1)\varepsilon}{2}} = e\,\frac{1+n\varepsilon}{1+\left(\frac{n-1}{2}\right)\varepsilon} = \frac{2e(1+n\varepsilon)}{2+(n-1)\varepsilon}. \text{ »}$$

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations relatives au mode d'observation des courants telluriques, à propos d'une Communication récente de M.* Blavier; par M. F. Larroque. (Extrait.)

« A diverses reprises, on a cherché à étudier les courants telluriques par le système des dérivations, en utilisant des lignes télégraphiques. Je demande la permission de signaler de nouveau quelques-unes des causes d'erreur que présentent ces sortes de recherches ([1]).

» Admettant que la Terre est sillonnée de courants, il était tout naturel qu'on pensât à établir des dérivations sur ces courants, pour en reconnaître l'orientation et l'intensité. On procéda donc comme s'il se fût agi d'établir une dérivation sur un courant de pile.

» En réalité, sur la surface terrestre, les choses sont loin d'être aussi simples. Sans doute, il est presque indubitable que la Terre est sillonnée de courants, mais il est non moins certain que notre globe manifeste, en tous les points de sa surface, des charges statiques : le potentiel tellurique varie incessamment, change de signe, par zones plus ou moins étendues. Il résulte de cet état de choses qu'un fil conducteur, mis en relation par ses deux extrémités avec la Terre, sera parcouru par un courant qui peut aussi bien provenir de la mise en relation de deux zones de potentiels contraires, que la dérivation du courant tellurique.

» Les contacts établis à chaque extrémité de la dérivation constituent encore une cause d'erreur. Il suffit, pour s'en convaincre, de faire les expériences suivantes : on prend deux vases de verre, dans lesquels on introduit des terres de diverses natures, légèrement imbibées d'eau; un siphon relie les contenus des deux vases; un fil de platine, dont les deux bouts sont implantés dans les terres, forme les électrodes et le circuit : on a ainsi une véritable pile. Si les deux vases contiennent de la même terre, il suffit de chauffer l'un d'eux pour obtenir un courant; si les deux vases contiennent des terres de nature différente, on obtient un courant dont l'intensité et le sens dépendent de la composition et de la température relative des terres.

» Il importe donc, si l'on veut employer la méthode de dérivation, d'éliminer l'action relative aux deux contacts telluriques, action variable selon

([1]) *Voir* mon Mémoire *Contributions à l'étude des orages,* présenté pour le Concours Bordin, 1883.

leurs températures, et, pour cela, il faut la déterminer par l'expérience. Il importe aussi de connaître, à chaque instant, le potentiel statique du sol aux deux contacts.

» L'induction électrostatique de la terre sur le fil vient encore troubler les indications.

» Quant à l'intensité des courants, il faut observer qu'elle dépend, dans une assez large mesure, de la résistance du sol, et que, par suite, ses variations accidentelles, diurnes et mensuelles, sont liées à la température et au degré d'humidité du sol.

» Les lignes télégraphiques aériennes, à fil nu, ne se prêtent pas à l'étude des courants telluriques, parce qu'il s'y produit, ainsi que l'a démontré M. du Moncel, des courants accidentels, dus aux actions magnétiques, thermo-électriques et hydro-électriques exercées sur le fil. Il est absolument nécessaire que la ligne soit formée d'un fil très peu résistant, non magnétique, bien isolé et absolument abrité de l'humidité. »

CHIMIE. — *Recherches sur la solidification du soufre surfondu* (deuxième Partie). Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. Debray.

« J'ai donné, dans une Communication récente, les résultats auxquels on arrive lorsqu'on fait naître des prismes dans le liquide provenant de la fusion du soufre octaédrique et n'ayant été soumis à aucune autre opération antérieure : examinons ce qui arrive lorsqu'on emploie du soufre ayant été déjà fondu et solidifié.

» Soit, par exemple, du soufre nouveau maintenu dans une première expérience à 129°,5 pendant quinze minutes, puis laissé quinze minutes à la température constante de 100°,3; dans ces conditions, la durée de la solidification pour une longueur de 10^{mm} est $0^s,46$. Supposons qu'avec le même tube, dont tout le soufre a été transformé en prismes, on recommence l'expérience dans les mêmes conditions, 2, 3, 4, ..., *n* fois, on trouve des valeurs différentes pour la durée de la solidification; à la troisième opération elle sera $0^s,62$ et pour les suivantes on observe successivement $1^s,52$, $1^s,84$, $2^s,66$, $4^s,43$, $5^s,88$. Ainsi, après huit opérations successives, la durée est devenue 12,78 fois plus longue. Le liquide donne donc plus lentement des prismes lorsqu'il provient de la fusion des prismes que lorsqu'il provient de la fusion des octaèdres, et la cristallisation est d'autant plus lente que le soufre a subi plus de transformations en prismes.

» Vient-on à laisser s'écouler un temps un peu long entre deux opéra-

tions successives, le phénomène change d'allures. Je citerai, par exemple, une série d'expériences dans lesquelles la durée de la solidification monta de $0^s,67$ à $7^s,66$ après sept opérations successives; vingt-deux heures après, on recommença les mêmes expériences dans des conditions identiques : la première solidification dura $4^s,23$ et les suivantes prirent des valeurs croissant jusqu'à $7^s,24$, nombre atteint après cinq opérations.

» Si on laisse s'écouler un temps moins long entre les deux séries d'expériences, on observe moins de différence entre le nombre correspondant à la première opération d'une série et la dernière de la série précédente. Au contraire, si l'on attend plusieurs jours avant de recommencer une nouvelle série d'expériences, on retrouve très sensiblement les mêmes valeurs. Ainsi, par exemple, dans un tube qui n'avait pas servi depuis longtemps, j'ai observé que la première solidification a duré $1^s,20$ et la quatrième $5^s,58$; trois jours après, en opérant dans des circonstances identiques, j'ai trouvé $1^s,22$ et $5^s,58$; après six jours, $1^s,20$ et $4^s,83$, et après onze jours $1^s,33$ et $5^s,48$. Le soufre modifié par les opérations successives finit par revenir à l'état antérieur : l'effet des fusions et solidifications qu'il a éprouvées s'affaiblit rapidement et disparaît au bout de quelques jours.

Ainsi, la mesure de la durée de la solidification des prismes met en évidence les transformations que le soufre subit sous des influences diverses : l'étude de l'accroissement des octaèdres conduit à des résultats analogues.

» II. *Durée de la solidification des octaèdres.* — Les procédés de mesure que j'ai indiqués pour le cas des prismes peuvent servir à la détermination de l'allongement des octaèdres. Le seul point sur lequel il soit nécessaire d'insister est la manière de semer le cristal octaédrique pour obtenir uniquement des octaèdres. Il faut n'employer les cristaux que sous la forme d'une très fine poussière : j'ai reconnu en effet qu'un cristal de dimensions appréciables agit comme un corps froid et détermine la formation de prismes qui envahissent rapidement tout le liquide; on prélève une très petite quantité de cette poussière à l'extrémité d'un fil auquel on communique une légère secousse au-dessus de l'orifice du tube à soufre surfondu, maintenu verticalement, et l'on voit bientôt un octaèdre grossi à la surface du liquide y rester adhérent par capillarité, bien qu'il soit plus lourd que le soufre fondu, et s'allonger peu à peu la pointe en bas.

» La durée de cet allongement est beaucoup plus grande que celle des prismes. Elle change du reste à la fois avec la température T, à laquelle

a été porté le liquide, avec le temps τ pendant lequel on l'a chauffé, avec la température t du bain de surfusion et avec la durée τ' du séjour dans le bain. Je vais indiquer l'influence de ces diverses variables.

» 1° Supposons d'abord que la température T du bain initial soit constante ainsi que τ et τ' et faisons varier seulement la température t; nous trouvons pour $T = 129°,5$, $\tau = 5^m$ et $\tau' = 15^m$:

Températures du soufre surfondu.	80°,9	90°,5	93°,4	97°,3	100°	104°,7	105°,4	108°,7	109°,1	110°,2	111°,9
Durées de la solidification pour 10^{mm}.	$7^s,50$	$14^s,20$	$21^s,00$	$38^s,75$	$1^m 4^s$	$2^m 12^s$	$3^m 5^s$	$12^m 0^s$	22^m	87^m	220^m

» La courbe que l'on construirait avec les températures comme abscisses et les durées de solidification comme ordonnées a évidemment pour asymptotes l'axe des températures et l'ordonnée de la température de fusion. Cette courbe change lorsqu'on donne à T, τ et τ' d'autres valeurs.

» 2° Si l'on dispose une série d'expériences telles que T, t et τ' aient des valeurs constantes et que l'on fasse varier seulement la durée τ du séjour dans le bain initial, on trouve que le temps employé par les cristaux pour s'allonger d'une même quantité augmente beaucoup. Ainsi, pour des valeurs communes $T = 129°,5$, $t = 100°,2$, $\tau' = 15^m$, on a trouvé que, pour un allongement de 5^{mm}, la durée était de $31^s,5$ lorsque τ était de 5^m et 38^m, c'est-à-dire 72 fois plus longue lorsque τ était $2^h 34^m$. L'influence de l'action de la chaleur à *température constante* est ici plus prononcée encore que dans le cas des prismes.

» Du reste, cette influence s'affaiblit graduellement; on constate en effet que de 38^m la durée d'allongement baisse pendant plusieurs heures et se fixe à 13^m, qui est encore près de 25 fois $31^s,5$.

» 3° La durée du séjour τ' dans le bain de surfusion a moins d'influence sur la vitesse de solidification : elle ne la fait varier que de $\frac{1}{4}$ et quelquefois moins de sa valeur.

» 4° Il n'en est pas de même lorsque, toutes choses égales d'ailleurs, on fait varier la température T du bain initial; on trouve que la durée de l'allongement des octaèdres change avec cette température. Voici, par exemple, quelques nombres qui correspondent aux valeurs $\tau = 5^m$, $t = 100°,7$, $\tau = 15^m$.

Températures du bain de fusion.	129°,5	139°	142°,5	156°,5	163°	169°	173°	188°	221°	254°	350°	440°
Durées de l'allongement des cristaux pour 10^{mm}.	$1^m 11^s$	$2^m 30^s$	$3^m 13^s$	$11^m 36^s$	$23^m 47^s$	$77^m 51^s$	$91^m 35^s$	274^m	118^m	50^m	$29^m 35^s$	$15^m 45^s$

» On voit, à l'inspection de ces nombres, que le soufre qui a été chauffé dans le voisinage de 170° éprouve une modification qui persiste quand on le fait séjourner dans le bain de surfusion, et il est remarquable de noter que si la température a été élevée beaucoup au-dessus de 170°, bien que le liquide repasse par cette température lorsqu'on le ramène dans le bain de surfusion, il cristallise aussi rapidement que si on l'avait chauffé à une température peu supérieure au point de fusion. »

CHIMIE. — *Détermination de l'équivalent de l'aluminium à l'aide de son sulfate.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Debray.

« Dans la détermination des équivalents du cuivre, du zinc et du nickel, j'avais eu à opérer avec des sulfates de protoxydes, sels que, depuis longtemps déjà, on sait susceptibles de supporter l'action de températures élevées sans décomposition notable. Aussi l'observation a-t-elle pleinement confirmé leur stabilité à la température d'ébullition du soufre, ainsi que cela paraissait probable.

» Mais, dans le cas des sulfates de sesquioxydes, on aurait pu croire *a priori* que ce caractère *général* de stabilité à 440° devait disparaître, par suite de cette circonstance que quelques-uns d'entre eux, comme celui de fer par exemple, se décomposent à des températures bien inférieures à celles nécessaires en général pour altérer les sulfates de protoxydes. Or non seulement tous ces sulfates de sesquioxydes sont parfaitement fixes à 440°, ainsi que le prouve l'expérience, mais de plus certains d'entre eux, comme ceux d'aluminium et de chrome, ne peuvent être obtenus *à cette température*, exempts d'un léger excès d'acide sulfurique, que fort difficilement. De là la nécessité d'employer certains artifices pour leur préparation.

Aluminium : préparation du sulfate. — De l'alun ammoniacal du commerce déjà assez pur est soumis à des cristallisations successives, jusqu'à ce qu'on ne puisse plus déceler de fer dans les eaux mères. Les cristaux recueillis sont desséchés, calcinés, légèrement d'abord, puis plus fortement à la fin, pour décomposer le sulfate d'alumine qui, à la température de *fusion de l'or,* si on l'y maintient quelques heures, perd *la totalité* de son acide. L'alumine est lessivée à plusieurs reprises avec de l'eau bouillante pour enlever la petite quantité de sulfates alcalins que renfermait l'alun et, finalement, par une nouvelle calcination, on détruit les petites traces de matières organiques introduites lors de l'opération du lavage.

L'alumine est alors traitée à chaud par un petit excès d'acide sulfurique, additionné de deux volumes d'eau dans un vase de platine, couvert autant pour éviter les projections que les poussières, l'attaque se faisant toujours avec violence. Le sulfate formé, on arrose le magma avec de l'eau et la dissolution est filtrée, puis évaporée jusqu'à cristallisation. On essore, on lave le sulfate superficiellement avec un peu d'eau, on le redissout et la solution filtrée est évaporée à siccité dans le platine, en portant jusqu'à 440° pour chasser le plus grand excès d'acide libre.

» Or ce sulfate, absolument pur au point de vue des éléments qu'il renferme, ainsi que le prouve l'analyse, ne permet pas, employé dans cet état, d'arriver, par dessiccation à 440°, puis par calcination au rouge, à un résultat exact. En effet, chauffé à la pression normale dans l'étuve à soufre, jusqu'à ce qu'il semble ne plus éprouver de variation de poids en douze heures, et sans omettre la précaution de pulvériser à diverses reprises les petites masses vésiculaires que forme, en se gonflant sous l'influence de la chaleur, le sulfate d'alumine imprégné de liquide, ce sel a toujours donné, en se basant sur la perte de poids qu'il éprouvait au rouge, un nombre inférieur à 13 pour l'équivalent de l'aluminium et oscillant de 12,50 à 12,85.

» Les résultats sont encore presque aussi défectueux, si l'on opère la dessiccation du produit préalablement pulvérisé, *dans le vide et à 440°*, en présence de fragments de potasse fondue; et pourtant, dans la dernière de ces expériences, après avoir chauffé cinquante heures par 4^{mm} de pression, je n'ai pu constater avec certitude une perte de 1^{mgr} pour un poids de $2^{gr},439$ de sulfate d'alumine.

» Je n'examinerai pas pour l'instant la cause de ce fait : je dirai seulement qu'elle disparaît si l'on redissout dans l'eau le sulfate d'alumine débarrassé par la chaleur de la plus grande partie de l'acide en excès et si on le précipite par addition d'alcool. Les derniers cristaux qui se forment constituent de petits feuillets nacrés qui, essorés et retraités de même, permettent de déterminer l'équivalent avec la plus grande perfection. Une dernière précaution est seule indispensable : c'est d'enlever, par redissolution et filtration de la liqueur, les petites bribes de papier adhérant au sulfate après essorage; sinon ces matières, par l'action de la chaleur, réagiraient comme réducteur sur l'acide du sel, et par cette perte d'acide on serait conduit à un équivalent un peu trop élevé.

» *Premier essai.* — Le sulfate est desséché en opérant dans le vide à 440° jusqu'à poids constant. On a $Al^2O^3, 3SO^3 = 3^{gr},6745$. On calcine; il reste

$Al^2O^3 = 1^{gr},0965$; perte $(SO^3) = 2^{gr},578$. Le contrôle par voie humide confirme celui par voie sèche : il ne restait pas d'acide SO^3 ; d'où l'équivalent $Al = 13,520$ si $S = 16$, et $Al = 13,543$ si $S = 16,037$.

» *Deuxième essai.* — Un autre sulfate préparé de même donne $Al = 13,497$ si $S = 16$, et $Al = 13,521$ si $S = 16,037$; car $2^{gr},539\ Al^2O^3, 3SO^3$ ont laissé par calcination $0^{gr},7572\ Al^2O^3$.

» Pour cet essai, la dessiccation a été faite simplement sous pression normale jusqu'à poids constant.

» Comme moyenne, $Al = 13,508$ si $S = 16$, et $Al = 13,532$ si $S = 16,037$.

» Berzélius, par la calcination du sulfate, avait trouvé $Al = 13,632$.

» En 1859, M. Dumas, dans son grand travail, a donné $Al = 13,75$, en partant du chlorure, et c'est le nombre admis généralement.

» Depuis, plusieurs recherches nouvelles, parmi lesquelles je dois surtout mettre en relief celles de M. J.-W. Mallet, qui a opéré par trois méthodes différentes, ont toutes conduit à des nombres oscillant de $13^{gr},50$ à 13,534. Il paraît donc aujourd'hui naturel d'adopter un nombre voisin de 13,50, surtout si l'on tient compte des difficultés extrêmes que présente la préparation du chlorure d'aluminium pur et de l'époque à laquelle M. Dumas fit sa détermination en partant d'un métal qu'on ne savait pas encore préparer avec toute la pureté désirable, et à laquelle ne pouvaient suppléer ni l'habileté ni les soins de l'opérateur. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la formation de l'acétylène aux dépens de l'iodoforme.* Note de M. P. **Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Depuis que M. Berthelot a montré que de la vapeur de chloroforme passant sur du cuivre chauffé au rouge donne de l'acétylène, et M. Fittig que la même formation s'affectue aux dépens du chloroforme en présence de l'amalgame de sodium, la production de l'acétylène C^2H^2 par condensation du groupement moléculaire CH est un fait acquis à la Science.

» La même réaction aux dépens de l'iodoforme était à prévoir. Cependant aucune expérience ne semble avoir été tentée dans ce sens ; j'ai reconnu que l'iodoforme CHI^3 donne précisément de l'acétylène dans les conditions les plus simples, bien éloignées des actions pyrogénées ou électriques qui sont les conditions ordinaires de la formation synthétique ou analytique de ce gaz.

» Mélangé intimement avec de la poudre d'argent humide, il donne assez

rapidement de l'acétylène, même à froid, en vertu de l'équation suivante :

$$2(CHI^3) + 6Ag = 6AgI + \begin{matrix} CH \\ ||| \\ CH \end{matrix}.$$

» On enferme le mélange dans un tube fermé par un bout que l'on bouche. Au bout de quelques minutes, le protochlorure de cuivre ammoniacal, versé le long de la paroi du tube, donne la réaction caractéristique d'acétylure de cuivre.

» La poudre d'argent humide est plus active, si elle est mélangée de poudre de cuivre très divisée, telle qu'on l'obtient en la précipitant d'une solution de sulfate de cuivre par du zinc en grenaille. C'est là une véritable expérience de cours.

» La plupart des métaux d'ailleurs, ceux ayant pour l'iode de l'affinité, donnent une réaction identique. Le mercure, le zinc, le fer décomposent l'iodoforme en présence d'un peu d'eau, avec formation d'iodures métalliques et production d'acétylène.

» J'ai étudié plus particulièrement l'action du zinc sur l'iodoforme, ce qui m'a permis d'opérer plus en grand et de mieux saisir tous les produits de décomposition. Mélange-t-on, à poids égal, de l'iodoforme, de la poudre de zinc du commerce et de l'eau, la température s'élève. Parfois, suivant la qualité de la poudre de zinc, le dégagement gazeux s'affectue spontanément; d'autres fois, il faut le solliciter en chauffant. On recueille un liquide et un mélange de deux gaz. Le liquide est plus dense que l'eau; il a une odeur éthérée agréable et une saveur sucrée. Les gaz sont constitués par un mélange d'acétylène et d'un dérivé iodé qui brûle avec une flamme blanc pâle, légèrement colorée en pourpre sur les bords. Il se forme de l'acide iodhydrique dans cette combustion, avec dépôt d'iode sur les bords de l'éprouvette. Je me réserve l'étude de ces congénères, dérivés iodés sans doute de l'acétylène, soit de substitution, soit de substitution avec addition.

» Si, au lieu d'ajouter de l'eau au mélange de zinc et d'iodoforme, on ajoute une solution saturée à froid de sulfate de cuivre, la production d'acétylène est beaucoup plus considérable. Le cuivre précipité par l'excès de zinc constitue avec ce dernier une pile zinc-cuivre, dont l'action hydrogénante facilite la décomposition de l'iodoforme et même décompose partiellement des dérivés iodés signalés plus haut. C'est encore là une expérience de cours saisissante, la poudre cupro-zincique humide mélangée

d'iodoforme s'échauffant spontanément et donnant un dégagement régulier d'acétylène, souillé encore d'un peu du dérivé d'iode gazeux.

» Signalons, en terminant, l'acétylène dans les produits de décomposition pyrogénée de l'iodoforme chauffé au delà de son point de fusion.

» La constitution de l'acétylène $\overset{\displaystyle CH}{\underset{\displaystyle CH}{|||}}$ se trouve, une fois de plus, confirmée par cette expérience, analytique et synthétique à la fois, qui rappelle la synthèse de l'hydrure d'éthylène ou diméthyle, en chauffant le formène monoiodé avec du zinc à 150° en tube scellé,

$$2CH^3I + Zn = ZnI^2 + \overset{\displaystyle CH^3}{\underset{\displaystyle CH^3}{|}}.$$

» Il est probable que le zinc, en réagissant sur le formène biiodé CH^2I^2, donnerait de l'éthylène par une réaction similaire $\overset{\displaystyle CH^2}{\underset{\displaystyle CH^2}{||}}$. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Nouvelles recherches sur la perception des différences de clarté.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 26 juillet 1880, j'exposais deux expériences démontrant que l'appréciation des différences d'intensité lumineuse devient de plus en plus difficile à mesure que diminue l'étendue des surfaces à distinguer. J'ai repris et étendu ces recherches, en me servant d'une méthode plus précise, et j'ai pu étudier en détail la sensibilité différentielle de l'œil, en rapport, d'une part, avec l'éclairage, d'autre part, avec l'étendue des objets.

» L'instrument dont je me suis servi pour cette étude a été décrit dans les *Archives d'Ophtalmologie* de septembre 1882, sous le nom de *photoptomètre différentiel*. Un écran translucide est placé au fond d'une boîte obscure; il peut être éclairé à la fois par devant et par derrière, à l'aide de deux graduateurs de lumière indépendants, construits sur le principe que j'ai indiqué dans une Note du 18 février 1878; seulement l'un de ces graduateurs est latéral par rapport à l'axe de l'instrument et envoie sa lumière sur la face antérieure de l'écran, par l'intermédiaire d'une glace inclinée à 45° au devant de ce dernier; l'œil, placé à l'entrée de la boîte obscure, voit l'écran translucide par transparence à travers la glace inclinée.

» On peut éclairer uniformément la face antérieure de l'écran avec une

intensité lumineuse variable et susceptible d'être exactement mesurée. De plus, on peut, à l'aide du second graduateur, éclairer par derrière une surface plus petite au centre de cet écran, surface qu'il est facile de limiter et de modifier à l'aide de diaphragmes convenables.

» Il sera donc possible de déterminer exactement l'éclairement supplémentaire qu'il faudra donner à cette petite surface (ordinairement carrée dans mes expériences) pour la faire distinguer du fond lumineux.

» Voici les résultats de mes expériences :

» Aux éclairages faibles que j'ai dû employer, la loi classique d'après laquelle la fraction différentielle (rapport de l'éclairement supplémentaire de l'objet à l'éclairement du fond) serait constante, quelle que fût l'intensité lumineuse absolue, est *complètement inexacte*. Aubert a déjà démontré, il y a vingt ans, contrairement à Bouguer, Masson, Volkmann, Weber, Fechner, etc., que la prétendue constante différentielle est d'autant plus forte que l'éclairage est moindre, et il l'a vue varier, par exemple, dans une expérience, de $\frac{1}{164}$ à $\frac{1}{35}$ pour le même observateur. Je l'ai vue atteindre des valeurs encore bien plus élevées. Mes recherches confirment donc et généralisent celles d'Aubert.

» J'ai pu étudier, d'autre part, l'influence de l'étendue des objets sur la perception des différences d'intensité lumineuse. Cette influence est très considérable, surtout quand les objets sont très petits. Pour des angles visuels inférieurs à 0°, 50, la fraction différentielle paraît être inversement proportionnelle au diamètre de l'objet à distinguer; l'influence de l'étendue est moindre, mais de même sens que ci-dessus, quand les objets sont plus grands.

» L'influence de l'éclairage sur la sensibilité différentielle répond à une loi plus complexe. Beaucoup de mes expériences peuvent s'exprimer assez bien par la formule suivante : la fraction différentielle (minimum de différence perceptible) est inversement proportionnelle à la racine carrée de l'intensité du fond lumineux. D'autres expériences s'écartent plus ou moins de ce cas assez général, sans que j'aie pu en saisir exactement la cause. Mais, dans tous les cas, l'abaissement de l'éclairage agit dans le sens indiqué.

» En combinant ensemble ces deux conditions, objet très petit, éclairage très faible, j'ai obtenu des chiffres vraiment étonnants, à tel point que j'ai pu un jour confondre avec le fond un petit point lumineux près de dix fois plus éclairé que ce dernier. C'est là évidemment un cas extrême (point de $0^{m},0005$ de diamètre); mais, entre ce fait et ceux où l'on a

pu distinguer l'une de l'autre des surfaces lumineuses différant de moins de $\frac{1}{100}$, il est facile d'observer toute la série des cas intermédiaires.

» Ces expériences démontrent, en ce qui concerne l'appareil visuel, l'inexactitude de la *loi psycho-physique;* d'après cela, les discussions dont cette loi a été l'objet, ainsi que les tentatives qui ont été faites pour la rendre acceptable, peuvent être considérées comme superflues. Le problème des rapports qui existent entre l'intensité des excitations et celle des sensations correspondantes est évidemment complexe et ne peut pas être résolu par des formules superficielles, mais seulement par une analyse expérimentale précise et étendue. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Choléra, variole, fièvre typhoïde et charbon, chez les* cuivriers *de Villedieu.* Note de M. **Bochefontaine**, présentée par M. Vulpian.

« La Note de M. V. Burq, insérée aux *Comptes rendus* (séance du 3 décembre), m'a donné lieu de croire que l'Académie accueillerait d'autres documents, dus à l'initiative de M. A. Ygouf qui les a recueillis à Villedieu même, où il possède une partie de sa famille.

» Dans la plupart des rues de Villedieu, on sent manifestement le cuivre, et certains ruisseaux exhalent une forte odeur cuivrée. Le plus grand nombre des habitants font usage d'ustensiles provenant de l'industrie de leur localité : cuillers, fourchettes, assiettes, poêles, chaudrons, robinets et autres objets tous en cuivre.

» Des individus aux cheveux verts, ou dont la peau présente des taches vertes, se rencontrent fréquemment dans la ville.

» Chez les fondeurs en cuivre, on constate souvent des envies de vomir, des coliques et même de la diarrhée. Lorsque les fondeurs renoncent à leur travail habituel, ils cessent d'avoir la *colique de cuivre*.

» En un mot, les habitants de Villedieu (dont le nombre n'atteint pas quatre mille), et particulièrement les ouvriers en cuivre, sont saturés de cuivre autant qu'il est possible de l'être dans l'état normal. Si donc ce métal confère une immunité contre la contagion des maladies microbiques ou zymotiques, les *cuivriers* seront à l'abri de ces affections.

» Cependant, il y a eu à Villedieu, en 1849, *neuf cas de mort par le choléra,* observés en partie chez des ouvriers en cuivre ou dans leur famille. La personne instruite, très honorable, qui a consigné ces décès, est convaincue de la réalité de l'action prophylactique du cuivre : il n'est

donc pas possible d'attribuer sa statistique à une opinion préconçue contre cette hypothèse. Si la population de Villedieu était aussi considérable que celle de Paris, toutes choses étant égales d'ailleurs, la mortalité par le choléra serait de 5700.

» Je laisse ici la parole au maire de Villedieu, M. J. Tétrel, en reproduisant la Lettre qu'il m'a écrite à ce sujet.

« Villedieu, le 18 novembre 1883.

« MONSIEUR,

» Il y a deux jours, je répondais à votre honorable collègue, M. le docteur Burq, sur la question que vous daignez également m'indiquer aujourd'hui. J'ignorais l'article publié par le *Journal des connaissances médicales*, le 15 de ce mois, et M. le docteur Burq n'ayant fait allusion qu'au *choléra* et à la *fièvre typhoïde*, j'ai borné mes observations à ce qui faisait l'unique objet de sa lettre.

» Une opinion généralement répandue dans notre ville est que le travail si nombreux du cuivre, s'opérant dans nos ateliers, rend les cas de choléra plus rares que partout ailleurs. Depuis 1852, cette épidémie n'a pas été signalée parmi nous, et les observations transmises par M. Ygouf ne se rapportent qu'à une époque antérieure. Il est incontestable que plusieurs ouvriers, « continuellement en contact avec le cuivre, ont été en 1848-49 atteints » par le choléra, mais on cite ces faits comme des cas tout à fait exceptionnels. »

» Quant à la variole, à la fièvre typhoïde, nul doute n'est possible! Cette année encore une violente épidémie de fièvre typhoïde a régné à Villedieu. Ce sont les quartiers occupés par les ateliers de fonderie, de chaudronnerie qui ont le plus souffert. Variole et fièvre typhoïde atteignent les ouvriers de l'industrie locale comme les autres habitants. Si les quartiers où s'exerçent d'autres industries ont été relativement épargnés, il faut reconnaître que la population y est moins dense, et que les habitations sont meilleures comme conditions hygiéniques.

» En 1870, nous avons eu une épidémie de variole des plus violentes, et qui a occasionné de nombreux décès. Elle a été produite et entretenue par les variolés, insuffisamment guéris, qui se trouvaient forcés d'évacuer les hôpitaux de Cherbourg pour recevoir les blessés qui leur étaient envoyés. J'avais alors l'honneur d'être à la tête de l'administration municipale de Villedieu, et je puis vous affirmer que notre hospice communal a dû déclarer à l'administration militaire *trois mille huit cents* journées de maladie de militaires de passage. Nous avions des salles spéciales pour les variolés. « Près de la moitié de la » population s'est trouvée atteinte alors par l'épidémie, et les ouvriers cuivriers n'ont pas » été plus indemnes que les autres. »

» Ces renseignements sont fort exacts. Les livres de l'état civil n'ayant jamais indiqué la cause d'un décès, je me suis informé, avant de vous répondre, auprès des membres du corps médical les plus anciens en exercice, qui ont confirmé ces renseignements.

» Daignez, etc.

« Signé : JULES TÉTREL. »

» Quant au charbon, il en existe un cas mortel observé en 1865, chez un chaudronnier habituellement aussi imprégné de cuivre qu'il est possible

de l'être à Villedieu. Il est donc bien certain que l'évolution de la bactéridie charbonneuse n'est pas arrêtée par le cuivre. »

ANATOMIE ANIMALE. — *De l'existence et de la distribution de l'éléidine dans la muqueuse bucco-œsophagienne des Mammifères.* Note de M. L. RANVIER.

« Dans une Note antérieure ([1]), j'ai montré que la substance qui forme les grains du *stratum granulosum* de l'épiderme infiltre aussi le *stratum lucidum* et s'en dégage sous la forme de gouttelettes qui paraissent avoir la consistance et la réfringence d'une huile essentielle. C'est pour cela que j'ai désigné cette substance sous le nom d'*éléidine*. Depuis lors, l'éléidine a été l'objet de recherches nouvelles : Waldeyer ([2]) en a observé non seulement chez les Mammifères, mais encore chez les Oiseaux et les Reptiles. Il pense que cette substance est analogue à l'hyaline que von Recklinghausen a trouvée dans certains produits pathologiques. Or l'hyaline étant une matière colloïde, solide par conséquent, si l'éléidine, comme je crois l'avoir démontré, existe à l'état liquide, elle ne doit pas être confondue avec l'hyaline. Néanmoins Unna ([3]) a adopté la manière de voir de Waldeyer et, considérant que le mot d'*éléidine* n'a été introduit dans la Science que depuis peu de temps, il propose de le remplacer par celui de *kératohyaline*, voulant indiquer ainsi que l'éléidine est de l'hyaline qui joue un rôle nécessaire dans le processus de la kératinisation. Si donc on rencontre de l'éléidine dans des épithéliums qui restent mous et ne se kératinisent jamais, le nom de *kératohyaline* ne saurait lui convenir.

» J'ai observé de l'éléidine dans l'épithélium de la muqueuse bucco-œsophagienne chez un grand nombre de Mammifères : il y en a chez l'homme dans certaines papilles de la langue ([4]); chez les Singes, le Chien, le Rat, le Cochon d'Inde, etc., dans toutes les papilles dentées de la langue au sein de l'épithélium qui recouvre la face antérieure convexe de ces papilles.

([1]) L. RANVIER, *Sur une substance nouvelle de l'épiderme et sur le processus de kératinisation du revêtement épidermique.* (*Comptes rendus,* 30 juin 1879.)

([2]) W. WALDEYER, *Untersuchungen über die Histogenese der Horngebilde, inbesondere der Haare und Federn* (*Beiträge zur Anatomie und Embryologie als Festgabe Jacob Heule.* Bonn, 1882).

([3]) UNNA, *Ueber das Keratohyalin und seine Bedeutung für den Prozess der Verhornung* (*Monatshefte für praktische Dermatologie.* 1 Bd. 10 Heft. déc. 1882).

([4]) RANVIER, *Traité technique d'Histologie,* p. 942.

» Elle manque chez le Chat dans l'épithélium des papilles dentées qui sont recouvertes d'un étui corné; cet épithélium est le siège d'un processus de kératinisation qui est analogue à celui de l'ongle. Chez tous ces animaux, on ne trouve jamais d'éléidine dans le revêtement épithélial des papilles munies de bourgeons du goût (papilles caliciformes, fongiformes et foliées).

» Chez le Cochon d'Inde et chez le Rat, il y a des gouttes d'éléidine dans l'épithélium de presque toutes les régions de la bouche et de l'œsophage tout entier. La partie molle de la voûte palatine du Cochon d'Inde contient de nombreuses glandes en grappe dont les canaux excréteurs viennent déboucher à la surface; à leur voisinage, le revêtement épithélial est exceptionnellement riche en éléidine. Chez le Rat, le nombre des cellules qui, dans l'épithélium buccal, renferment de l'éléidine est très considérable. On en observe déjà dans les cellules de la seconde ou de la troisième rangée, et l'on en retrouve jusque dans les cellules profondes de la couche lamellaire. Chez le Cochon d'Inde, la muqueuse œsophagienne se termine au niveau du cardia par un bourrelet formé par de longues papilles noyées dans un revêtement épithélial commun. Cet épithélium renferme beaucoup d'éléidine. Chez le Rat, une muqueuse semblable à celle de l'œsophage se poursuit au delà du cardia, à la surface interne de l'estomac pour en tapisser la plus grande partie, celle qui correspond au grand cul-de-sac; elle se termine par un bourrelet légèrement sinueux, blanchâtre, au delà duquel commence la muqueuse gastrique proprement dite. Ce bourrelet est recouvert d'épithélium pavimenteux stratifié, qui contient de l'éléidine, ainsi que l'épithélium analogue qui lui fait suite et tout l'épithélium de l'œsophage.

» L'éléidine peut donc exister en quantité plus considérable dans l'épithélium mou de certaines muqueuses que dans l'épiderme. Du reste, cette substance manque complètement dans le lit et la matrice de l'ongle aussi bien chez l'homme que chez les autres Mammifères, aussi bien à l'état adulte que pendant toutes les phases du développement. Chez les embryons, il y a une grande quantité d'éléidine au niveau des ongles; cependant on ne la trouve ni dans la plaque unguéale, ni dans la matrice, ni dans le lit de l'ongle. Elle se montre seulement dans la couche épaisse d'épithélium qui recouvre l'ongle et qui correspond, chez l'homme adulte, à l'épiderme du repli sus-unguéal. Chez les animaux où le repli sus-unguéal est effacé, les Ruminants, les Solipèdes et les Pachydermes par exemple, l'épiderme qui revêt la surface de l'ongle est infiltré d'une grande quantité d'éléidine.

L'épiderme sus-unguéal des embryons contient non seulement des gouttes d'éléidine, mais encore de la matière glycogène infiltrée. Claude Bernard avait signalé la présence du glycogène dans les ongles des Ruminants. J'ajouterai que cette matière, comme l'éléidine, ne se montre ni dans la plaque unguéale (ongle proprement dit), ni dans la matrice, ni dans le lit de l'ongle.

» Les cellules épithéliales qui forment l'écorce et l'épidermicule du poil ne contiennent d'éléidine à aucune des phases de leur évolution. A ce sujet, mes observations sont en désaccord avec celles de Waldeyer (*loc. cit.*). Cependant cet auteur a découvert un fait que j'ai pu facilement vérifier : la présence d'une grande quantité d'éléidine dans les cellules qui, chez l'homme, concourent à la formation de la moelle du poil.

» Je n'ai jamais observé d'éléidine dans le revêtement épidermique, le bec, les plumes et les muqueuses des Oiseaux, à n'importe quelle période du développement; je n'en ai jamais vu, non plus, chez les Reptiles et les Sauriens. Je me trouve encore en cela en contradiction avec Waldeyer. Je crois que les histologistes qui voudront employer exactement la méthode que j'ai déjà indiquée, et que je vais rappeler, pour rechercher l'éléidine adopteront ma manière de voir : des coupes faites dans les tissus durcis au moyen de l'alcool ordinaire sont mises dans l'eau, puis disposées sur une lame de verre et soumises à l'action du picrocarminate d'ammoniaque en solution très faible, 1 pour 1000 à peu près. Il faut employer du vrai picrocarminate d'ammoniaque et non pas ce simple mélange d'acide picrique et de carminate d'ammoniaque que l'on désigne habituellement sous le nom de *picrocarmin*. On peut ainsi colorer vivement les gouttes d'éléidine, sans que les noyaux et les granulations autres que celles d'éléidine présentent une teinte notable.

» En terminant, je dois critiquer les observations de ceux qui disent avoir reconnu l'éléidine dans des tissus colorés par le picrocarmin et traités par l'acide acétique. L'acide acétique gonfle l'éléidine et la fait disparaître rapidement d'une manière complète. Cet acide est même un bon réactif pour distinguer les granulations d'éléidine des noyaux, si par hasard on a employé des solutions assez fortes de picrocarminate ou de picrocarmin pour les colorer aussi vivement que les gouttes d'éléidine. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le décollement expérimental de la rétine.* Note de M. **Boucheron**, présentée par M. Bouley.

« La pathogénie du décollement de la rétine étant encore une des questions les plus discutées de l'Ophtalmologie, nous avons pensé que l'expérimentation pouvait apporter une utile contribution à la connaissance du mécanisme de cette affection.

» Nous avons suivi l'exemple de M. le professeur Cornil, qui, pour reproduire les lésions épithéliales des muqueuses aériennes, employa la cantharidine à l'intérieur, de façon à la faire arriver à la muqueuse de dedans en dehors, à la manière des agents morbides spontanément produits par l'organisme.

» Pour l'œil, la difficulté était de faire arriver la cantharidine à la choroïde et à la rétine, sans agir directement ni sur l'épithélium choroïdien, ni sur la rétine, ni sur le corps vitré, pour ne point modifier mécaniquement les rapports normaux de ces membranes.

« Nous sommes arrivé à ce résultat en faisant, chez le lapin, une injection de plusieurs gouttes de cantharidate de soude ou de potasse au centième, dans l'espace qui sépare la sclérotique de la choroïde (espace extrachoroïdien de la *lamina fusca*).

» Par l'examen ophtalmoscopique immédiat, nous vérifions qu'il n'y avait pas de traumatisme des membranes choroïde et rétine.

» Quarante-huit heures après l'expérience, les yeux étaient déjà devenus mous comme chez l'homme, dans le décollement rétinien ancien.

» Les yeux ont été énucléés après huit, vingt-quatre, quarante-huit heures et durcis dans le liquide de Muller, la gomme et l'alcool; les coupes microscopiques ont été colorées par le picrocarminate, l'hématoxyline et les couleurs d'aniline.

» Nous avons trouvé, quarante-huit heures après l'injection du cantharidate, un décollement rétinien très net, mesurant plusieurs millimètres carrés de surface (6^{mm} à 8^{mm}) et de 1^{mm} à 2^{mm} ou 3^{mm} de hauteur.

» Un exsudat fibrineux coagulé soulevait la rétine, la séparant de la choroïde, tantôt au niveau de l'épithélium choroïdien, tantôt en laissant les cônes et les bâtonnets adhérents à l'épithélium choroïdien. Ces deux modes de séparation s'observent aussi dans le décollement spontané chez l'homme.

» L'exsudat fibrinogène provenant de la choroïde s'était épanché entre la rétine et la choroïde, il avait pénétré aussi dans l'épaisseur de la rétine; il avait même traversé cette membrane et s'était en partie collecté entre la rétine et l'hyaloïde et en partie s'était infiltré entre les fibrilles du vitréum.

» Au microscope, cet exsudat se montrait soit sous forme de fines fibrilles fibrineuses enchevêtrées, avec quelques rares globules blancs (périphérie de l'exsudat); soit sous forme

d'un coagulum vitreux, creusé de vacuoles ovoïdes presque sans leucocytes (partie centrale de l'exsudat); ce coagulum vitreux caractéristique existait surtout entre la choroïde et la rétine, quelquefois aussi entre la rétine et la membrane hyaloïde, et même en quelques points jusque dans les couches adjacentes du corps vitré. Quelques grains pigmentaires avaient émigré çà et là dans le coagulum fibrineux.

» Quand l'exsudat, ainsi formé à la surface de la membrane uvéale, s'était produit dans la région des procès ciliaires et de la zone ciliaire, cet exsudat pénétrait dans le vitréum et s'y coagulait en masses blanchâtres qui se révélaient pendant la vie par l'ophtalmoscope, et qui se montraient ensuite au microscope, soit sous la forme d'un coagulum vitreux alvéolaire dans la partie du corps vitré juxtaposée aux procès ciliaires, soit sous la forme de fines fibrilles fibrineuses avec leucocytes rares dans le reste du corps vitré et au milieu des fibres du ligament suspenseur du cristallin.

» Dans l'épaisseur de la choroïde elle-même se trouvait un exsudat intralamellaire, périvasculaire ou intravasculaire; les cellules épithéliales choroïdiennes avaient conservé leur forme, mais elles étaient généralement plus volumineuses avec un noyau très apparent.

» En comparant le décollement expérimental au décollement spontané de l'homme, nous pouvons signaler que chez l'homme, dans le décollement rétinien récent, nous avons constaté également un exsudat fibrineux, d'aspect vitreux, creusé de vacuoles ovalaires sans leucocytes ou presque sans leucocytes, séparant la rétine d'avec la choroïde. Les cônes et les bâtonnets restaient généralement fixés à la rétine, mais on voyait aussi çà et là les cônes et les bâtonnets détachés de la rétine plongeant dans l'exsudat coagulé.

» L'aspect de cet exsudat chez l'homme était identique à celui que nous avions provoqué expérimentalement avec la cantharidine.

» Nous avons constaté aussi chez l'homme, dans un cas de décollement récent, que le vitréum était parfaitement adhérent à la rétine.

» Conclusions. — 1° L'œil vivant peut recevoir deux, trois, quatre gouttes de liquide en supplément de son contenu normal par extension des membranes d'enveloppe.

» 2° La rétine peut être décollée d'avec la choroïde par un exsudat séro-fibrineux liquide provenant de la choroïde sans qu'une lésion préalable du vitréum ait été produite.

» 3° Un décollement de l'hyaloïde d'avec la rétine peut être produit par l'exsudat provenant de la choroïde, après que cet exsudat a traversé la rétine.

» 4° L'exsudat qui se fait au niveau des procès ciliaires et de la zone ciliaire, ne rencontrant pas la rétine (qui fait défaut en ce point), tombe dans

le vitréum, s'y coagule et forme des corps flottants blanchâtres, visibles à l'ophtalmoscope.

» 5° L'exsudat choroïdien qui traverse la rétine peut pénétrer aussi dans le vitréum et s'y coaguler, en formant également des corps flottants visibles à l'ophtalmoscope.

» Ainsi l'origine choroïdienne de l'exsudat sous-rétinien (décollement) et l'origine choroïdienne de l'exsudat du corps vitré (corps flottants du vitréum) sont manifestes dans les conditions expérimentales où nous nous sommes placé.

» Ce sont justement là les principaux points en litige dans la pathogénie du décollement de la rétine. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur le genre* Vesquia, *Taxinée fossile du terrain aachénien de Tournai.* Note de M. **C.-Eg. Bertrand**, présentée par M. P. Duchartre.

« **1.** On trouvait, il y a quelques années (1881), dans le terreau argileux noir de certaines poches aachéniennes du calcaire de Tournai, c'est-à-dire dans un dépôt de formation continentale compris entre la fin des terrains primaires et la base du terrain cénomanien, sans qu'il soit possible de fixer une époque précise dans cet intervalle, on trouvait, dis-je, des graines orthotropes réduites à leur coque ligneuse, remarquables par la présence, dans leur région chalazienne, de deux insertions vasculaires diamétralement opposées, indiquées extérieurement par deux orifices ([1]). Mes recherches antérieures sur les téguments séminaux des Gymnospermes me permirent de reconnaître à première vue, dans ces carpolithes, les coques ligneuses des graines d'une Taxinée, différente de toutes les Taxinées vivantes et fossiles actuellement connues. Je donne au genre nouveau auquel ces graines appartiennent le nom générique de *Vesquia* ([2]), et à l'espèce trouvée à Tournai le nom spécifique de *Vesquia Tournaisii*.

» **2.** Par la structure de son tégument séminal, le *Vesquia Tournaisii* nous révèle une forme végétale intermédiaire entre deux genres actuels

---

([1]) Ces graines m'ont été données par M. Ch. Barrois, maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille, et par M. Piret, de Tournai. Je prie ces Messieurs d'agréer l'expression de ma profonde gratitude.

([2]) En l'honneur du botaniste français Julien Vesque.

bien différents l'un de l'autre : le genre *Torreya* Arn., et le genre *Taxus*, Tourn. Le genre *Vesquia* vient donc combler le grand hiatus qui existe aujourd'hui dans la famille des Taxinées et qui sépare ses genres primitifs *Cephalotaxus* et *Torreya*, actuellement cantonnés en Chine, au Japon et en Californie, du genre *Taxus* dont les espèces sont dispersées dans toute la zone moyenne de l'hémisphère nord ; de telle manière que ses espèces les plus voisines anatomiquement sont aussi les plus voisines géographiquement, comme si la dispersion de ce genre datait seulement du début de la période actuelle.

» 3. On connaît, par le travail de M. Van Tieghem et par mes propres recherches [1], la constitution spéciale de l'inflorescence et de la fleur femelle des Conifères, en particulier de la fleur femelle des *Cephalotaxus*, des *Torreya*, des *Taxus* et des *Phyllocladus*. On sait ainsi que la région superficielle du tégument ovulaire unique de chaque ovule de *Torreya* et de *Taxus* représente l'écaille ovulifère des autres Conifères, et que, par suite, on trouve dans la partie superficielle du tégument de ces ovules deux faisceaux monocentres, larges, orientés leurs trachées en dehors. Les ovules des *Cephalotaxus* et des *Torreya* ont ainsi deux faisceaux opposés, à trachées extérieures. Les ovules de *Taxus* ont seulement deux traces procambiales diamétralement opposées. Les ovules de *Phyllocladus* sont dépourvus de faisceaux, ce qui est lié à l'extrême réduction du nombre des éléments de chacun des tissus de leur tégument. L'ovule des *Vesquia* avait deux faisceaux disposés comme ceux des *Cephalotaxus* et des *Torreya*.

» 4. J'ai montré de plus : 1° que, dans les téguments séminaux développés des Taxinées, les deux faisceaux de la graine des *Cephalotaxus* sont extérieurs à leur coque ligneuse ; 2° que, chez les *Torreya*, ces deux faisceaux traversent deux fois la coque ligneuse de la graine, une fois près de la chalaze, une seconde fois un peu plus haut, en traversant deux canaux très spéciaux ; 3° que, chez les *Taxus*, la coque ligneuse est dépourvue de faisceau ou ne contient exceptionnellement que deux traces procambiales ; 4° que, chez les *Phyllocladus*, la coque ligneuse, réduite à un rang de cellules, n'a pas de faisceaux. Tout se passe dans les Taxinées actuelles comme si la coque ligneuse de la graine se rapprochait de plus en plus de sa surface. Elle est contiguë à l'hypoderme chez les *Taxus* et surtout chez les

---

[1] Ph. Van Tieghem, *Anatomie comparée de la fleur femelle et du fruit des Cycadées, Conifères et Gnétacées* (*Ann. des Sc. nat.*, 5e série, t. X). — C.-Eg. Bertrand, *Étude sur es téguments séminaux des Gymnospermes* (même recueil, 6e série, t. VII).

Phyllocladus. Dans la coque ligneuse des graines de *Vesquia* on trouve deux larges faisceaux monocentres à trachées externes, qui s'élèvent de sa chalaze jusqu'à la base du canal micropylaire. Les *Vesquia* sont donc bien des Taxinées et ils occupent la place que je leur ai assignée dans la classification. Comme vérification, j'ajouterai que les fibres ligneuses secondaires des faisceaux séminaux des *Vesquia* présentent, comme celles des *Torreya*, à la fois une rangée longitudinale de ponctuations aréolées et de fines spires saillantes d'épaississement.

» 5. Les coques ligneuses séminales du *Vesquia Tournaisii* que j'ai étudiées ont la forme générale d'une graine d'If. Elles sont huit à dix fois plus volumineuses; leur prolongement micropylaire est plus long. Elles présentent, de chaque côté de la chalaze, deux orifices béants dans lesquels j'ai pu retrouver le reste des faisceaux de la coque. La surface de ces coques présente deux côtes marginales larges, correspondant aux faisceaux séminaux, et entre ces côtes, sur chaque face, quatre à six côtes plus petites, séparées les unes des autres par de légers sillons. Vers le haut de ces sillons, on trouve de petites crêtes rugueuses. Toute la surface de la coque est également un peu rugueuse, ce qui indique qu'entre cette coque et l'épiderme externe du tégument séminal il y avait un tissu charnu peu développé.

» Il est facile, étant donnée la connaissance de la gradation des caractères des Taxinées actuelles et la place des *Vesquia*, de reconstituer très approximativement la physionomie de ces végétaux. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un phénomène lumineux observé après le coucher du Soleil.* Note de M. **Decharme**. (Extrait.)

« Les 26 et 27 novembre dernier, on a vu, à Amiens, immédiatement après le coucher du Soleil et pendant une heure environ, une illumination très vive de l'atmosphère, dans la région occidentale. Mais c'est surtout le 28 novembre et le 1er décembre, par un ciel sans nuage, excepté à l'horizon, que le météore s'est montré dans sa plus grande intensité. Dès $4^h 15^m$, l'attention était attirée par une lueur insolite, d'un jaune vif dans la région inférieure du ciel, puis d'un jaune orangé jusqu'à la hauteur de 20° environ, et d'un rouge clair assez intense, s'étendant jusqu'au zénith et même un peu à l'est....

» Ces lueurs ne se manifestaient ni au nord, ni dans la direction du méridien magnétique; elles étaient d'ailleurs uniformes, sans rayons ni

bandes et sans mouvements appréciables. L'état de l'atmosphère, bouleversée par les tempêtes des jours précédents, la présence de nuages à l'horizon et d'une grande quantité de vapeurs, pouvaient faire croire que ces lueurs étaient dues à des effets de Soleil couchant. Mais la persistance du phénomène jusqu'à $5^h 15^m$ (moment où il ne restait qu'une teinte rouge foncé) et même jusqu'à $5^h 30^m$, ne permettait pas d'attribuer à cette cause le phénomène météorologique.

» Toutefois, si ces effets sont dus, comme il y a lieu de l'admettre, à de véritables aurores boréales, ils ne nous ont présenté que la fin des orages magnétiques; car c'est généralement vers l'ouest que ces phénomènes lumineux se transportent, lorsqu'ils disparaissent à nos yeux dans les latitudes de notre pays. »

M. **Bertrand** donne lecture, à ce sujet, de l'extrait suivant d'une Lettre qui lui a été adressée, de Cannes, par son illustre Confrère M. *Dumas* :

« A partir du 26 novembre, et pendant huit jours, des lueurs rouges se sont manifestées à Cannes avec une grande intensité, incendiant le ciel de l'ouest au sud-ouest et remontant vers le zénith. Le Soleil ayant disparu derrière les montagnes de l'Esterel, la lueur rouge n'apparaissait guère que trois quarts d'heure après son coucher.

» La lueur tranquille du ciel ne représentait en rien les apparences des aurores boréales. »

M. **d'Abbadie** ajoute ce qui suit :

« M. Dumas a bien raison de ne pas confondre avec l'aurore boréale cette rare coloration du ciel. Je l'ai vue à Hendaye le 30 du mois dernier. Elle se montrait, non du côté nord, mais à l'est le matin, le soir à l'ouest et dans un ciel dépourvu de tout nuage. Le lendemain, après une journée de pluie, elle parut, comme la veille, au-dessus d'un banc de nuages massés à l'horizon.

» Le journal anglais *Nature* donne sur ce météore de nombreux détails; nous reproduisons ceux qui suivent. M. R. de Helmholtz a observé la lueur rouge au coucher du Soleil, à Berlin, dans les trois derniers jours de novembre. A $4^h 30^m$, les rues étaient pleines d'une lumière jaune, la nuit survint ensuite et les étoiles apparurent; mais à 5^h la partie occidentale du ciel fut illuminée par une teinte cramoisie, jusqu'à 45° à partir de l'horizon, ce qui implique une hauteur de 60^{km} environ pour le lieu du phénomène.

» A York, en Angleterre, le Soleil se couchait à $3^h 38^m$. Deux heures plus tard, l'ouest offrait une teinte rougeâtre qui persista jusqu'à 6^h. De $4^h 25^m$ à $4^h 45^m$ la Lune était d'un vert frappant.

» M. Bozward, qui observait dans Worcester, a décrit le phénomène avec un luxe de détails et l'a vu pendant près d'un mois entier. Il était magnifique le 29 novembre. Comme à Berlin, on l'a distingué à travers les nuages d'un ciel pluvieux. Le 4 du mois actuel, à 8^h du matin, le Soleil prit subitement une teinte d'émeraude, qui disparut tout à coup comme si l'on avait enlevé un écran vert. A $4^h 45^m$, le croissant de la Lune montra la même couleur jusqu'à 5^h. Il est évident que des matières insolites flottaient dans l'atmosphère; car, le 17 novembre, comme au mois de juillet précédent, il tomba une pluie qui laissa un dépôt noir sur toutes les plantes. Le même jour, dans le Storelvdal, vallée au centre de la Norvège, la neige fut recouverte par une couche de poussière grise et noire. Un examen microscopique de cette poussière nous apprendrait peut-être si elle vient de l'espace, comme les aérolithes, ou si elle est d'origine volcanique, ce qui permettrait de la rattacher aux éruptions près de Java, qui ont duré depuis le 20 mai jusqu'à la catastrophe du 26 août. C'est ce qu'on a voulu faire dans l'Inde, pour expliquer le soleil vert observé à Calcutta et dans plusieurs autres lieux du Bengale.

» L'illumination insolite du Soleil a été notée en Italie, à Carrare et à Rome, où elle persistait pendant quinze minutes, à une heure après le coucher de cet astre. On a vu aussi ce météore en Egypte et même au cap de Bonne-Espérance, où il a duré pendant tout le mois de novembre.

» A la Côte-d'Or, dans l'Afrique occidentale, on a vu le Soleil bleu dans les matinées des 1er et 2 septembre.

» Ce qui distingue d'une aurore boréale cette lumière étrange et rosée, c'est qu'elle n'avait ni scintillation ni mouvement, et qu'elle ne s'est pas montrée du côté nord. Au contraire, elle semblait accompagner le Soleil, comme si la lumière était réfléchie par un corps ténu, épandu bien haut dans l'atmosphère. On a d'ailleurs annoncé qu'elle n'était contemporaine avec aucune perturbation magnétique, ainsi qu'il arrive lors des vraies aurores boréales ou australes. M. Donnelly, qui a examiné cette lumière au spectroscope, n'y a pas vu la *bande de pluie* signalée par M. Piazzi-Smyth mais, à sa place, une bande d'absorption allant de D à la partie la moins réfrangible du spectre solaire. Il est à désirer que l'on puisse étudier encore ces bandes, pour ajouter au peu que l'on sait sur un météore encore inexpliqué.

» On voudra savoir aussi s'il a été vu en Chine, dans le nord-est de l'Asie et en Amérique, avant d'affirmer qu'il s'est étendu à tout notre globe. »

M. **Broch** fait remarquer qu'un phénomène tout à fait semblable, une forte lueur rougeâtre ou orangée, a été observée à Christiania le 30 novembre, de 5^h à 6^h du soir; de même à Stockholm, le 30 novembre, de 4^h30^m à 6^h du soir, et encore, quoique plus faible, le 1er décembre.

A Copenhague, le même phénomène a été observé le 29 novembre; de même de 5^h à 6^h du soir.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 décembre 1883.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. CVIII. Paris, Imp. nationale, 1883; in-4°.

Connaissance des temps ou des mouvements célestes, à l'usage des astronomes et des navigateurs, pour l'an 1885, *publiée par le Bureau des Longitudes.* Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-8° cartonné.

Physique mathématique. Electrodynamique, Capillarité, Chaleur, Electricité, Magnétisme, Elasticité; par M. H. Resal. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-4°.

L'Océan aérien. Etudes météorologiques; par G. Tissandier. Paris, G. Masson; gr. in-8° illustré.

La Science dans l'Antiquité. Les origines de la Science et ses premières applications; par A. de Rochas. Paris, G. Masson; gr. in-8° illustré.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; vol. XXXVI, 4e série, t. VI. Bordeaux, Imp. J. Durand, 1882; in-8°.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges, 1883. Épinal, V. Collot; Paris, A. Goin, 1883; in-8°.

Histoire de l'Académie impériale et royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles; par Ed. Mailly. Bruxelles, F. Hayez, 1883; 2 vol. in-8°.

Introduction à l'étude de la Chimie. Théories et notations chimiques. Premières leçons du cours professé à l'École Polytechnique; par Ed. Grimaux. Paris, Dunod, 1884; in-12. (Présenté par M. Wurtz.)

Recueil zoologique suisse, publié sous la direction du Dr Hermann Fol; t. I, n° 1. Genève, Bâle, H. Georg, 1883; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 3 décembre 1883.)

Page 1240, lignes 5 et 7 en remontant, *au lieu de* $\pi\rho$, *lisez* $\frac{\pi\rho}{2}$.

Page 1241, ligne 5, *au lieu de* qz, *lisez* $\frac{qz}{g}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 DÉCEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE. — *Rapport préliminaire sur l'expédition du* Talisman *dans l'océan Atlantique;* par M. **Alph. Milne-Edwards.**

« Dans la séance publique des cinq Académies du 25 octobre 1882, j'ai eu l'honneur de rendre compte des explorations du *Travailleur,* et j'annonçais que cette année une nouvelle campagne scientifique aurait lieu dans l'Atlantique. En effet, le Ministre de la Marine, répondant au désir exprimé par son collègue de l'Instruction publique et par l'Académie, avait donné les ordres nécessaires pour qu'un éclaireur d'escadre, le *Talisman,* fût armé dans ce but.

» Le *Talisman* est un excellent navire à hélice, pourvu d'une voilure puissante qui suffit, sans le concours de sa machine, à lui donner une marche rapide. Pendant plusieurs mois, dans les chantiers de l'arsenal de Rochefort, il fut placé entre les mains des ingénieurs de la Marine, qui se chargèrent de l'adapter au service qu'il devait remplir. Les anciennes cordes de chanvre destinées à relever les dragues furent remplacées par

un câble d'acier d'une solidité et d'une flexibilité extrêmes, pouvant supporter sans se rompre un poids de près de 4500^{kg} et offert à la Marine par le Ministère de l'Instruction publique ([1]). Deux machines à vapeur en assuraient le fonctionnement : l'une mettait en mouvement l'énorme bobine sur laquelle il était enroulé; l'autre, plus forte, remontait les engins de pêche. De grands filets ou chaluts, de 2^m ou 3^m d'ouverture, remplaçaient avantageusement les lourdes dragues que nous employions autrefois. Les sondages se faisaient à l'aide d'un appareil perfectionné par M. Thibaudier, ingénieur de la Marine, et disposé de façon que les mouvements du navire n'eussent aucune influence sur la tension du fil d'acier; un frein automatique arrêtait le déroulement aussitôt que le sondeur avait touché le fond. Pour mesurer les températures des couches profondes, j'avais fait construire un appareil permettant à un thermomètre à colonne mercurielle brisée de se retourner à un moment donné. Le même mouvement déterminait la rupture de l'extrémité capillaire de tubes de verre où le vide avait été fait et où l'eau de la mer se précipitait alors, fournissant des échantillons d'une pureté parfaite que l'on pouvait conserver indéfiniment, après avoir soudé les tubes à la lampe.

» Notre Confrère, M. le colonel Perrier, avait bien voulu me prêter une machine Gramme qui envoyait l'électricité à des lampes Edison, placées de façon à éclairer nos appareils ou au besoin à descendre dans la mer à une profondeur qui n'a pas excédé 35^m. Sur ma demande, le commandement du navire avait été confié à M. Parfait, capitaine de frégate, qui, l'année précédente, occupait le même poste à bord du *Travailleur* ([2]). Qu'il me soit permis d'exprimer ici aux officiers du *Talisman* toute la reconnaissance que nous a inspirée leur dévouement. Ils se sont associés à notre œuvre avec une ardeur qui ne s'est jamais démentie, et si nous avons réussi complètement dans notre mission, c'est à eux que nous le devons.

» Le 30 mai, la Commission scientifique se réunissait à Rochefort ([3]), et, le 1er juin, le *Talisman* quittait le port.

([1]) Le poids du mètre était de 344^{gr} et le prix d'environ $0^{fr},62$.

([2]) L'état-major se composait de M. Antoine et de M. Jacquet, lieutenants de vaisseau, de MM. Gibory et Bourget, enseignes, de M. Vincent, médecin de 1re classe, de M. Huas, médecin auxiliaire, et de M. de Plas, officier d'administration.

([3]) La Commission se composait de M. A. Milne-Edwards, de l'Institut, président; de MM. de Folin, Vaillant, Perrier, Marion, Filhol et Fischer, auxquels avaient été adjoints, à titre auxiliaire, MM. Ch. Brongniart et Poirault. (Retenu au dernier moment par ses fonctions universitaires, M. Marion ne put s'embarquer.)

» La campagne de 1883 peut se subdiviser en plusieurs étapes distinctes; nous avions d'abord pour but d'étudier la côte d'Afrique jusqu'au Sénégal, puis d'explorer les abords des îles du cap Vert, des Canaries et des Açores, terres volcaniques qui ne pouvaient manquer de nous fournir des faits intéressants. Enfin nous comptions porter notre attention sur la mer des Sargasses, au point de vue de sa faune et de la nature de son lit.

» Les fonds qui s'étendent à l'ouest du Maroc et du Sahara sont d'une très grande régularité : on n'y trouve plus ce relief tourmenté qui, sur les côtes d'Espagne, avait rendu nos opérations difficiles. Au contraire, la pente est douce et, en s'éloignant plus ou moins de la terre, on peut rencontrer, presque à coup sûr, la profondeur que l'on recherche. Nous avons donné dans ces parages environ 120 coups de drague et, au bout de quelques jours, nous connaissions assez bien la distribution bathymétrique des animaux de cette région pour pouvoir indiquer, d'après le contenu de nos filets, quel avait été le niveau exploré.

» A 500^{m} ou 600^{m} vivent de nombreux Poissons, tels que des *Macrurus*, des *Malacocephalus*, des *Hoplostethus*, des *Pleuronectes*, ainsi que des Crevettes du genre *Pandale* et d'espèce nouvelle, à rostre pointu comme une épée, des *Pénées*, des *Pasiphaés*, quelques petits Crabes (*Oxyrhynques*, *Portuniens*, *Ebaliens*), des *Holothuries* roses, quelques rares exemplaires de *Calveria*, cet Oursin mou, découvert dans nos mers par les naturalistes du *Porc-Épic* et connu auparavant à l'état fossile, beaucoup d'Éponges de grande taille, telles que des *Askonema* et des *Farrea*.

» Plus profondément, vers 1000^{m} ou 1500^{m}, les poissons abondent (¹); souvent ils constituaient la grosse part de notre butin. Leurs couleurs sont en général ternes, leur chair est gélatineuse, leur peau est enduite d'une épaisse couche de mucosités; plusieurs portent des plaques phosphorescentes destinées à les éclairer dans les ténèbres où ils vivent.

» Les Pandales ont fait place au nouveau genre *Heterocarpus*, à des Pénéens dont les deux dernières paires de pattes sont longues et articulées comme des antennes, et à d'énormes Crevettes d'un rouge de sang et à antennes démesurément longues, qui n'étaient pas connues et doivent prendre place dans le genre Aristé. Les Néphropsis se montrent à ce niveau; ce sont des Crustacés aveugles de couleur corail; leur distribution

---

Ce sont encore des *Macrurus*, auxquels viennent s'ajouter les genres suivants : *Bathynectes*, *Coryphenoïdes*, *Malacocephalus*, *Bathygadus*, *Argyropelecus*, *Chauliodus*, *Bathypterois*, *Stomias*, *Malacosteus*, *Alepocephalus*.

géographique semble très étendue, car ils ont été trouvés de l'autre côté de l'Atlantique, dans la mer des Antilles, et une espèce très voisine a été pêchée à une grande profondeur au voisinage des îles Andaman. Les *Polycheles* aveugles, qui remplacent dans la nature actuelle les Eryons jurassiques, se cachent dans la vase, ne laissant passer que leurs longues pinces crochues, destinées à saisir leur proie au passage. Quelques Crabes existent encore : ce sont des Maiens (*Scyramathia*, *Lispognathus*), des Homoliens d'espèce nouvelle et des Lithodes que l'on croyait propres aux mers australes et boréales; on remarque de nombreuses espèces du groupe des Galathées, dont plusieurs ont les yeux transformés en épines. Les Éponges sont extrêmement communes; la plupart ont un squelette siliceux. Nous avons pêché à profusion des *Rosella* et des *Holtenia* de plusieurs espèces dont les cheveux, en cristal de roche blanc comme la neige, sont enfouis dans la vase, tandis que l'Éponge émerge seule, des Aphrocallistes dont la charpente solide affecte les formes les plus élégantes. Les Calvéries deviennent plus nombreuses, des Holothuries (*Lætmogone* et autres) rampent sur le sol au milieu d'Astéries, d'Ophiures, de Brisingas. Nos filets revenaient souvent chargés de telles richesses, que la journée ne suffisait pas à les classer.

» Par le travers du cap Ghir et du cap Noun, à 120 milles environ de la côte, le *Talisman* a exploré pendant plusieurs jours un banc très régulier dont la profondeur est d'environ 2000^{m} à 2300^{m}. C'était sur ce même fond que, le 2 août 1882, le *Travailleur* capturait le singulier poisson décrit par M. Vaillant sous le nom d'*Eurypharynx pelecanoides* et dont deux exemplaires ont été pris cette année. Nos pêches furent encore une fois précieuses. De superbes Éponges, voisines de celles qui ont été décrites sous le nom d'*Euplectella suberea*, s'y trouvaient mêlées à de grandes Holothuries violettes du genre *Benthodytes* et à d'autres espèces du même genre, remarquables par leurs appendices dorsaux. Une Calvérie distincte de celles des moindres profondeurs, des Brisinga, des Polypiers d'une beauté rare (*Flabellum*, *Stephanotrochus*), un *Democrinus* et un *Bathycrinus* non décrits, de très nombreux Crustacés, presque tous nouveaux pour nous et appartenant au groupe des Galathées (*Galathodes*, *Galcantha*, *Elasmonotus*), complétaient la faune des Invertébrés. Les poissons étaient très variés et leur étude fournira des faits nouveaux et du plus grand intérêt. Parmi les plus remarquables, je citerai le *Melanocetus Johnsoni*, des *Bathytrochtes*, un *Stomias* à plaques phosphorescentes et plusieurs Malacostés.

» Entre le Sénégal et les îles du cap Vert, nos filets atteignaient des

fonds de 3200^{m} et 3655^{m} et ramenaient la plupart des espèces précédentes, ainsi que beaucoup d'autres (Crustacés, Mollusques, Zoophytes, Éponges) qui n'avaient été rencontrées nulle part ailleurs.

» Ces derniers coups de drague terminaient la première partie de notre campagne et, le 20 juillet, après cinquante et un jours de navigation, nous jetions l'ancre dans la baie de la Praia à Santiago, des îles du cap Vert.

» Ces îles volcaniques nous arrêtèrent quelques jours et, pendant que des excursions zoologiques, botaniques et géologiques se faisaient à terre, le *Talisman* fouillait les fonds irréguliers des côtes pour y rechercher les animaux marins et en particulier le corail rouge, qui est, depuis quelques années, dans ces parages, l'objet d'un commerce assez actif. Je n'insisterai pas sur ces recherches littorales, pas plus que sur l'exploration de l'îlot Branco, où nous avons étudié sur place les grands Lézards (*Macroscincus Coctei*) qui semblent confinés sur ce rocher isolé. Tous ces détails trouvent leur place dans le Rapport que j'ai adressé au Ministre et dont la publication aura lieu prochainement.

» Dans les profondeurs de ces mers du cap Vert, la vie a une puissance étonnante. Nos filets remontaient remplis jusqu'au bord; d'un seul coup, nous avons pris à la fois plus de 1000 Poissons, appartenant pour la plupart au genre *Melanocephalus*, plus de 1000 Pandales, 500 Crevettes d'espèce nouvelle, à pattes démesurément longues (*Nematocarcinus*), ainsi que bien d'autres espèces.

» Le 30 juillet, le *Talisman* fit route au nord-ouest et se dirigea vers la mer des Sargasses. Je ne m'étendrai pas sur cette partie de notre traversée; il me suffira de dire que nulle part nous n'avons rencontré de ces prairies flottantes dont parlent les anciens navigateurs. Les Sargasses se montraient par paquets isolés, flottant, suivant des lignes orientées, dans la direction des vents ou des courants et abritant toute une population pélagique dont les couleurs s'harmonisent admirablement avec celles des algues qui leur servent de refuge; les naturalistes du bord en firent une étude attentive.

» Les sondages du *Talisman* dans cette partie de l'Atlantique montrent d'une manière générale qu'à partir des îles du cap Vert le fond se creuse régulièrement jusque vers le 25e parallèle, où il atteint 6267^{m}, puis il se relève graduellement vers les Açores et, sous le 35e parallèle, il n'est plus que d'environ 3000^{m}. Ces résultats sont loin d'être en accord avec les courbes indiquées sur les Cartes bathymétriques les plus récentes. Le lit de la mer des Sargasses semble formé d'une couche épaisse d'un limon très fin de na-

ture ponceuse, recouvrant des fragments de ponces et de pierres volcaniques.

» Il semble qu'il y ait là, à plus d'une lieue au-dessous de la surface des eaux, une immense chaîne volcanique parallèle à la côte d'Afrique et dont les îles du cap Vert, les Canaries, Madère et les Açores seraient les seuls points émergés.

» La faune sous-marine est pauvre; elle se compose de rares Poissons, de quelques Crustacés tels que des Pagures logés dans des colonies d'Epizoanthes, de Crevettes du genre *Nematocarcinus*, de Pasiphaés et de rares Mollusques (*Fusus*, *Pleurotoma* et *Leda*) qui suffisaient à peine à nous dédommager du temps que nous prenaient ces dragages si profonds. Ce n'est que vers la limite nord de la mer des Sargasses, quand les fonds se sont relevés à 3000^m, 2500^m et 1500^m, que nos pêches sont redevenues abondantes; c'est là que nous avons pris le géant de la famille des Schizopodes, une *Gnathophausia* d'un rouge de sang, mesurant près de $0^m,25$ de longueur. Une courte relâche du *Talisman* à Fayal et ensuite à Saint-Michel des Açores nous permit de comparer les phénomènes volcaniques encore en activité avec ceux que nous venions d'étudier au sommet du pic de Ténériffe.

» L'analogie des roches, des produits gazeux, des dépôts de soufre est frappante, et, d'après ce qui se passe à la surface du sol, on peut se faire une idée des convulsions sous-marines qui ont couvert le lit de la mer des Sargasses de ponces et de roches ignées.

» Notre traversée des Açores en France s'effectua dans d'excellentes conditions, et chaque jour on fit un dragage par 4000^m ou 5000^m de profondeur. Ces opérations difficiles, très habilement conduites par M. le commandant Parfait, nous ramenaient des récoltes d'une extrême importance.

» Sous cette pression écrasante, dans un milieu obscur et sans trace de végétation, les animaux sont nombreux et d'une organisation très parfaite. De grands poissons du genre *Macrurus*, ainsi que des *Scopelus* et des *Melanocetus*, semblent n'y pas être rares. Des Pagures et des Galathéens de forme nouvelle, un Nymphon gigantesque du genre *Colossendeis*, des Éthuses inconnues, des Amphipodes et des Cirrhipèdes représentent les Crustacés. Mais cette faune abyssale doit surtout sa physionomie au nombre, à la variété et à la taille des Holothuries qui y vivent.

» Le fond de la mer est tapissé, dans toute cette région, d'une vase épaisse et blanche, presque uniquement formée de globigérines et recou-

vrant des ponces et des fragments de roches de différentes natures dont quelques-uns portaient des empreintes de fossiles et, entre autres, de Trilobites; mais ce qui nous surprit davantage, ce fut de trouver, à une distance de plus de 700 milles des côtes de l'Europe, des cailloux polis et striés par les glaces. La netteté des stries ne permet pas d'admettre un transport par les courants; la présence de ces cailloux est probablement due à l'action des glaces flottantes qui, à l'époque quaternaire, s'avançaient plus loin vers le Sud que de nos jours et qui, en venant fondre dans cette partie de l'Atlantique comprise entre les Açores et la France, laissaient tomber sur le fond les pierres arrachées au lit des glaciers qu'elles avaient charriées jusque-là.

» Le 30 août nous traînions pour la dernière fois nos filets sur la pente rapide qui réunit les abîmes de l'Océan aux fonds du golfe de Gascogne, et nos captures ajoutaient à la faune des mers françaises un grand nombre d'espèces nouvelles ou intéressantes. Il était temps de rentrer à Rochefort : nos barils, nos bocaux étaient pleins, notre alcool était épuisé. Cette campagne nous a fourni des matériaux d'étude incomparables : il s'agit maintenant de les mettre en œuvre. Le Ministre de l'Instruction publique en a compris l'importance et il a bien voulu me fournir les moyens d'en commencer la publication. Enfin, j'ai l'intention de mettre sous les yeux du public, dans une exposition spéciale qui aura lieu au Muséum vers la fin du mois, les collections recueillies pendant les campagnes du *Travailleur* et du *Talisman*. »

Après cette lecture, M. le **Président** prononce les paroles suivantes :

« Monsieur Alphonse Milne-Edwards,

» L'intérêt pour les explorations des profondeurs de la mer s'est manifesté dès vos premières campagnes, à l'Académie, dans le monde scientifique et même parmi le public qui tient en honneur les grands efforts et les découvertes qui les suivent; cet intérêt va s'accroître en raison des brillants résultats que vous venez d'annoncer.

» Les naturalistes français ont paru un peu tardivement dans cette voie de recherches déjà bien féconde, qui nous promet dans l'avenir tant de lumières nouvelles, mais on ne saurait en vérité leur en faire reproche. Il y a près de seize années, prenant occasion d'une solennité d'un caractère scientifique qui avait lieu à la Sorbonne, je m'efforçai d'éveiller l'idée

d'entreprises maritimes dirigées selon les vues de la Science moderne. Ce fut en vain.

» Deux à trois ans plus tard, les marines de la Suède, des États-Unis, de la Grande-Bretagne, avaient mis des bâtiments à la disposition d'habiles explorateurs. Des dragages effectués à de grandes profondeurs avaient appris que les êtres animés sont à profusion dans les abîmes où physiciens et naturalistes s'accordaient pour croire impossible la vie de toute créature. Des types qu'on supposait éteints dans les âges géologiques avaient été recueillis dans tout l'éclat de la vie. Des dépôts sédimentaires, d'origine opposée, avaient été suivis dans leur formation et dans leurs relations. Alors que ces événements considérables étaient à peine connus en France de quelques personnes, j'en traçai un tableau dans le plus répandu de nos Recueils périodiques [1], demandant encore une fois à notre marine le moyen de prendre notre part d'un travail gigantesque. Encore une fois, le vœu demeura stérile. Si j'ai eu de vifs regrets à une époque déjà un peu éloignée, je puis me consoler, monsieur Alph. Milne-Edwards, après les opérations que vous avez dirigées avec tant de succès.

» Quand je songe maintenant aux merveilleuses révélations que l'on doit aux dragages exécutés sur les fonds des mers et quand, par la pensée, je mets en présence l'espace si limité atteint par la drague des explorateurs de tous les pays et l'espace prodigieux d'immensité que la main des hommes n'a point encore troublé, je conçois pour l'avenir des découvertes de la plus haute portée.

» On s'en souvient, au moment de partir pour une expédition où l'on comptait faire grand emploi de la drague, Louis Agassiz lançait une lettre où il déclarait s'attendre à rencontrer les plus remarquables types zoologiques que l'on croit éteints depuis des temps très reculés, lettre fameuse qui causa peut-être quelque trouble chez certains esprits attachés à d'anciennes opinions, mais qui inspirait un tout autre sentiment à des naturalistes qui attendent de la nature vivante actuelle les enseignements les plus précieux à l'égard de l'Histoire du globe. Nous ne doutons plus guère qu'il faille abandonner quelques espérances, un moment conçues. Que des prévisions soient déçues, il ne faut pas s'en étonner; nous le savons tous, par notre propre expérience, si l'investigateur ne rencontre pas toujours ce qu'il espère rencontrer, il trouve parfois ce que personne ne soupçonnait: l'avantage en est souvent considérable pour la Science.

---

[1] *Revue des Deux-Mondes*, 1870.

» En remerciant le Ministre et l'Administration de la Marine du concours qui vient de nous être prêté, l'Académie voudra demander, je pense, que toutes les circonstances propices soient mises à profit pour continuer les études de Physique et d'Histoire naturelle dans les différentes mers. Il suffirait souvent de pourvoir les navires stationnaires de quelques engins que sauraient utiliser beaucoup d'officiers de Marine instruits et toujours à la hauteur d'une tâche belle et grande dans ses résultats.

» Les naturalistes qui ont pris part aux opérations du *Talisman* sont tous connus par d'importants travaux. Les études dont ils viennent de s'occuper, et qui vont faire l'objet d'une publication, leur créeront un nouveau titre à l'estime du monde scientifique. Je les prie de recevoir dès à présent les félicitations de l'Académie.

» C'est aussi avec bonheur qu'au nom de l'Académie j'adresse les plus vifs remerciements aux commandants et à tous les officiers du *Travailleur* et du *Talisman*.

» Pendant les deux premières campagnes, M. Richard a conduit le *Travailleur*; l'année dernière, M. Parfait a commandé ce même bâtiment et, cette année, le *Talisman*. Personne n'oubliera que c'est par leur dévouement et leur intelligente coopération que le succès des entreprises a été assuré. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la préparation et du mode d'emploi des cultures atténuées par le chauffage, pour servir aux inoculations préventives contre le charbon;* par M. A. **Chauveau**.

« Ma Communication sur la possibilité de faire servir les cultures atténuées par la méthode du chauffage rapide, à la pratique des inoculations préventives contre le charbon (*Comptes rendus*, séance du 3 décembre), ne donne point de renseignements sur la manière de préparer et d'employer ces cultures. Il en résulte des obscurités. J'ai reçu des demandes d'explications, particulièrement au sujet du mode de préparation. Il est certain que quelques détails sont ici nécessaires, pour éviter à ceux qui voudraient répéter mes essais les échecs certains au-devant desquels ils courraient, s'ils n'étaient en possession de plusieurs notions techniques spéciales.

» Je commencerai par rappeler, en peu de mots, la succession des opérations qui m'ont permis de rendre les cultures charbonneuses inoffensives en faisant intervenir l'action de la chaleur : 1° ensemencement, avec une goutte de sang charbonneux frais, d'un matras contenant du bouillon de poulet très clair; 2° exposition du matras pendant vingt heures environ

dans un thermostat, maintenu à la température constante de + 43°, pour le développement de la semence en mycélium fragmenté dépourvu de spores; 3° chauffage de la culture pendant trois heures dans un thermostat à + 47°, chauffage destiné à produire l'atténuation de la virulence du mycélium. La culture est alors prête à servir de semence pour un grand nombre d'autres cultures de deuxième génération, qui seront appliquées aux inoculations préventives. Cette seconde partie de l'opération se décompose dans les temps suivants : 1° ensemencement des nouveaux matras avec une ou deux gouttes de la première culture atténuée; 2° exposition pendant cinq à sept jours dans un thermostat à + 35°-37°, pour le développement du mycélium et sa transformation en spores déjà atténuées; 3° chauffage à + 80° pendant une heure pour compléter l'atténuation des spores.

» Je rappellerai encore que la culture de première génération peut aussi fournir directement ces spores atténuées, quand on la soumet à la température eugénésique après le chauffage à + 47°.

» Voilà les principes; mais ce sont les conditions d'application qui importent à la réussite des opérations. J'ai étudié ces conditions avec soin, et je vais passer en revue successivement tous les points qui ont fait l'objet de mes recherches, tant sur la préparation des cultures que sur leur mode d'emploi.

» Comme milieu de culture, je continue à me servir de bouillon de poulet léger et clair, préparé avec une partie de viande au plus pour cinq parties d'eau. Un milieu plus riche m'a paru moins apte à la réussite de l'atténuation.

» Pour obtenir la semence, je féconde toujours le matras où elle doit se faire avec du sang frais de cobaye et je ne prolonge jamais la culture au delà de vingt heures, la température étant maintenue aussi exactement que possible à + 43°. L'expérience m'a enseigné que c'est dans la période comprise entre la douzième et la vingtième heure de la culture que le mycélium fragmenté qui en résulte est le mieux disposé à subir l'atténuation par le chauffage rapide. Souvent alors le mycélium est peu abondant, mais ce n'est pas une condition défavorable à l'utilisation de la culture.

» C'est à la température de + 47° que j'expose pendant trois heures le mycélium de cette culture pour y déterminer l'atténuation fondamentale. Il ne faut jamais descendre au-dessous de cette température, mais on peut sans inconvénient, peut-être même avec un certain avantage, monter jusqu'à + 49°.

» Une précaution importante doit être prise pour les cultures de deuxième génération qui fournissent la matière dite vaccinale. Cette précaution est relative à la masse du milieu de culture et à l'épaisseur de la couche liquide qu'il forme au fond des matras. Si l'on n'a soin de veiller à ce que cette couche soit également épaisse dans tous les récipients, on s'expose à obtenir des résultats fort divers. Le résultat qu'on peut appeler *normal* s'observe communément dans les matras Pasteur, du modèle ordinaire le plus grand, garnis de 20^{gr} de bouillon. La culture qui résulte de l'exposition de ces matras à la température $+35^{\circ}$, $+37^{\circ}$, pendant cinq à sept jours, est généralement plus ou moins riche en belles spores, douées d'un commencement d'atténuation et surtout de la propriété de s'atténuer davantage sous l'influence du chauffage à $+80^{\circ}$. Mais, si les matras ne contiennent qu'une très petite quantité de bouillon ne formant qu'une couche mince au fond du récipient, le développement, qui marche plus vite, aboutit rapidement à une abondante formation de spores dans lesquelles l'aptitude à l'atténuation est très faible.

» C'est là, du reste, un fait très général et qui mérite mieux qu'une mention incidente à propos des cultures atténuées du charbon. Je me bornerai à dire en ce moment que l'influence des milieux de culture en couche mince, influence toujours très évidente, ne s'exerce pas constamment dans le même sens et peut varier avec les autres conditions de l'expérience.

» Quelles que soient les précautions prises pour réaliser de tous points l'égalité des conditions des cultures, on n'est pas néanmoins absolument sûr d'arriver dans tous les cas au même degré d'atténuation. Pratiquement, les différences sont, en général, insignifiantes; toutefois, il peut se rencontrer des cas exceptionnels où les spores sont trop actives pour servir à une deuxième inoculation préventive, sans avoir subi un court et léger chauffage préalable.

» Pour éviter les dangers créés par ces exceptions, ne devrait-on pas ériger en principe général ce chauffage des cultures destinées à la deuxième inoculation préventive? Ces dangers ne m'ont paru, dans mes expériences, ni assez fréquents, ni assez redoutables pour qu'on se prive du bénéfice de la grande solidité de l'immunité qui est conférée par l'inoculation avec les cultures non chauffées. Peut-être modifierai-je cette conclusion pour d'autres conditions des liquides dits *vaccinaux;* mais, avec les conditions actuelles, c'est le premier vaccin seul que je soumets au chauffage rapide pour communiquer aux spores le complément d'atténuation dont

elles ont besoin. J'ai essayé les températures comprises entre + 78° et + 88°. C'est décidément le chauffage à + 80°, + 82°, pendant une heure et demie, une heure, qui convient le mieux à l'acquisition de cette atténuation. Au-dessous, l'action atténuante n'est pas assez énergique. Au-dessus, elle l'est trop, et l'on est exposé même à tuer complètement les spores, qui deviennent alors incapables de se développer dans un nouveau milieu de culture.

» Sur les procédés d'inoculation, je n'ai que peu de chose à dire. J'emploie, comme M. Pasteur, l'injection sous-cutanée des liquides atténués, mais à la dose de deux gouttes seulement pour chaque inoculation sur les animaux de l'espèce ovine, et de quatre gouttes pour ceux de l'espèce bovine. Ces derniers sont inoculés à la face externe de l'oreille, région excellente, où l'on est assuré de ne point produire les œdèmes graves qui ont si souvent alarmé les vaccinateurs quand ils se sont adressés à d'autres régions. Pour les moutons, je choisis indifféremment cette même région de l'oreille ou la face interne de la cuisse.

» On a vu, dans mon expérience d'essai, que j'avais laissé écouler deux mois pleins entre la première et la deuxième inoculation préventive. C'est trop, et cependant celle-ci n'a entraîné la mort que d'un seul mouton. Si elle eût été faite au bout de quinze jours, nous n'aurions même pas eu cet unique accident. J'estime cependant, d'après quelques faits comparatifs que j'ai pu rassembler, qu'avec les matières présentement employées ce terme pourrait peut-être s'étendre jusqu'à vingt ou trente jours. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les lueurs crépusculaires observées dans les mois de novembre et de décembre* 1883. Note de M. **P. de Gasparin.**

« Tarascon, 14 décembre 1883.

» Un grand nombre de météorologistes ont cherché à se rendre compte de l'illumination du ciel dans la région de l'ouest-sud-ouest, qui a frappé les regards des Parisiens dans les soirées des 26 et 27 novembre, et qui n'a pas été moins remarquée par les habitants de la région du sud-est de la France et particulièrement par les agriculteurs qui, à cette heure, sont tous hors de leurs demeures qu'ils regagnent après les travaux de la journée. Je l'ai, de mon côté, suivie avec le plus grand soin, en prenant des alignements pour l'orientation exacte du centre du phénomène et en notant les phases diverses la montre à la main.

» Je n'en aurais pas entretenu l'Académie, estimant que l'habile obser-

vateur de Montsouris, M. Marié-Davy, s'est tenu dans les limites exactes des faits réels, tandis que l'imagination se donnait carrière et suggérait aux physiciens des hypothèses ingénieuses et aux populations moins instruites des présages hasardés.

» Mais hier, 13 décembre, le phénomène s'est reproduit rigoureusement pareil à ce qu'il s'était montré les 26 et 27 novembre et, d'un autre côté, l'Académie sait que l'illumination crépusculaire a été observée à Berlin, les 28, 29 et 30 novembre. Il ne saurait donc être question de contester des détails d'observation, puisque les dates de ces apparences varient avec les régions, et que l'intensité et la durée ont pu varier aussi suivant la constitution atmosphérique, la hauteur des vapeurs des particules ou des aiguilles de glace qui faisaient éprouver à la lumière un double phénomène de diffraction et de réfraction; suivant aussi l'inclinaison du Soleil sur l'horizon, car la durée des crépuscules augmente à mesure que l'angle du cercle parcouru par le Soleil avec le cercle horizontal diminue, et déjà à la latitude de Paris le crépuscule est nécessairement plus long qu'au 44e degré où je me trouve en ce moment.

» Il est toutefois deux points qui me paraissent hors de contestation dès à présent : 1° la variété des dates met tout à fait hors de cause les étoiles filantes; 2° l'orientation rigoureuse du centre du phénomène coïncidant si exactement avec celui du Soleil, qu'il suivait son déplacement au-dessus de l'horizon, en sorte que des objets, comme des bois, absolument noirs au commencement du phénomène, parce que leur orientation les plaçait dans un cône d'ombre par rapport au Soleil, commençaient à se teinter au sommet en rose à la fin, c'est-à-dire une heure et quart après le coucher du Soleil, parce qu'un déplacement de 20° au-dessous de l'horizon sur le cercle parcouru par le Soleil plaçait le sommet de ces arbres (chênes verts) en dehors du cône d'ombre. C'est donc la lumière seule du Soleil qui, en raison de la constitution particulière de l'atmosphère à certains jours, produit ces singuliers et magnifiques effets qui n'ont, dans nos régions, pas grand'chose à envier à ceux des aurores boréales dont nous n'apercevons que les derniers reflets.

» Quant aux teintes vertes de certains points de la voûte céleste, je n'ai pu y voir qu'un de ces effets de contraste si bien expliqués et étudiés, il y a près de cinquante ans, par le savant doyen de l'Académie des Sciences. Là où l'absence de vapeurs visibles ou de particules solides ne permet pas la coloration par les rayons rouges réfractés, l'espace vide entouré d'une nuée rouge paraît vert.

» En résumé, au 44e degré, la durée du phénomène ne s'est pas étendue au delà de cinq heures et demie du soir, temps moyen du lieu, et à cette heure-là il était à peine visible. L'orientation de la source lumineuse était identique à celle du Soleil lui-même. Ces longs crépuscules ne paraissent avoir un caractère de généralité que par le fait d'une identité de constitution atmosphérique sur une vaste étendue; mais, en fait, en sortant de ces limites, les dates sont variables et subordonnées à cette constitution même dans un lieu donné.

» Il reste à étudier justement cette constitution, et l'on pourrait presque, par induction, arriver à déterminer la nature et l'élévation des particules qui sont l'occasion du phénomène, comme on a calculé le trajet de la lumière dans les gouttes de pluie pour produire l'arc-en-ciel. »

M. **Th. du Moncel** fait hommage à l'Académie du second volume de son Ouvrage sur l'éclairage électrique.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur la détermination des forces élastiques.* Mémoire de M. **E. Fontaneau**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Fizeau, Resal, Cornu.)

« Dans le travail sur la détermination des forces de l'élasticité, que je soumets au jugement de l'Académie, je me suis proposé deux buts distincts, mais entre lesquels existe une certaine corrélation.

» La première partie est consacrée à résoudre une difficulté de la théorie qui, en elle-même, n'a peut-être pas une importance excessive, mais sur laquelle on ne peut se prononcer d'une certaine manière, sans infirmer les travaux de Cauchy, sur l'Optique, et un grand nombre de résultats dus aux calculs de Poisson, de Navier et d'autres savants ingénieurs.

» Le point contesté consiste à savoir si, outre les quinze égalités qui, de l'aveu général, existent entre les trente-six coefficients d'élasticité des corps homogènes, il y en a six autres, ce qui permettrait de réduire à quinze le nombre des coefficients réellement distincts, dans le cas de l'homogénéité, et à un seul lorsque le corps élastique est isotrope.

» Pour montrer qu'il en est réellement ainsi, j'ai cherché d'abord à

exprimer, au moyen des coefficients d'élasticité connus pour un certain système d'axes OX, OY, OZ, les mêmes coefficients par rapport à un autre système d'axes OX', OY', OZ', également rectangulaires et de même origine. Ce résultat dépend de formules déjà données par M. de Saint-Venant dans un Mémoire présenté à l'Académie des Sciences le 16 mars 1863, et inséré, la même année, au *Journal de Liouville;* je les ai obtenues par une méthode différente. J'en ai conclu que, si les égalités contestées étaient reconnues exactes pour un certain système d'axes rectangulaires, elles devaient aussi se vérifier pour tous les autres de même origine.

» J'ai cherché alors ce qu'il en est, lorsque les axes considérés sont dans la direction de l'ellipsoïde des forces élastiques et j'ai fait voir qu'il fallait, pour la vérification de ces six égalités, que les forces principales d'élasticité eussent des directions communes avec les dilatations principales et leur soient proportionnelles. Le premier point résulte sans difficulté de ce que le potentiel des forces élastiques est une fonction homogène du second degré, des dilatations et des glissements, dont les dérivées par rapport à ces variables sont les composantes normales et tangentielles des forces élastiques. D'ailleurs, le fait déterminant du maximum des dilatations, c'est que le plan tangent à la sphère infinitésimale, à l'extrémité du rayon dont la dilatation est maximum, n'ait pas de glissement et l'on ne comprend pas qu'il puisse alors y avoir des forces tangentielles pour s'opposer à des glissements qui n'ont pas lieu. Or le caractère des forces principales d'électricité, c'est d'être seules à solliciter le plan élémentaire auquel elles sont appliquées sans le concours d'aucune composante de glissement. Il est donc certain qu'au cas où l'équilibre d'élasticité a lieu, l'ellipsoïde des forces élastiques et l'ellipsoïde des déplacements ont des axes de mêmes directions dans tous les cas possibles, d'isotropie, d'homogénéité ou même d'hétérogénéité. Mais alors, comme le plan élémentaire auquel est appliquée normalement la force principale ne peut avoir qu'un mouvement infinitésimal d'oscillations normales à la direction de la force, il est nécessaire que celle-ci, à laquelle il doit son équilibre, soit proportionnelle à son déplacement, ou, ce qui revient au même, à l'une des dilatations principales. Ainsi, j'ai démontré la proposition contestée sans rechercher d'autre appui que des principes universellement adoptés.

» J'ai été conduit à entreprendre la deuxième partie de mon travail par une observation que j'ai faite en travaillant à la première. C'est qu'il y a entre les composantes normales et tangentielles des forces élastiques appliquées à un même parallélépipède élémentaire trois relations générales, qui

permettent d'exprimer chacune des forces tangentielles en fonction des trois composantes normales. Grâce à cette circonstance, j'ai pu éliminer, des équations aux dérivées partielles auxquelles doivent satisfaire les forces élastiques, leurs composantes tangentielles. Ainsi réduite, leur intégration est notablement simplifiée. Je l'ai achevée pour le cas où l'ellipsoïde d'élasticité a ses axes de mêmes directions en tous les points du corps, c'est-à-dire lorsque celui-ci, homogène à son état naturel, l'est encore après sa déformation; la solution complète est donnée par trois formules où entrent neuf constantes arbitraires.

» Quant aux intégrales générales, on pourra les déduire de la solution complète, soit par la méthode de Lagrange, soit par celle qu'ont employée Fourier, Poisson et Cauchy; mais, comme ce sujet dépend en quelque sorte de l'application à des problèmes spéciaux, j'ai dû en réserver l'étude.

» J'ai examiné séparément le cas où les forces appliquées à la masse du corps élastique ont un potentiel et celui où il n'y en a pas; j'ai donné dans l'un et l'autre cas la solution.

» La méthode employée pour intégrer les équations aux dérivées partielles qui régissent l'équilibre d'un corps élastique me conduisait naturellement à poursuivre le même résultat sur les équations auxquelles doivent satisfaire les composantes des forces élastiques dans le cas du mouvement. La recherche était plus difficile : je ne crois pas cependant qu'elle ait été infructueuse.

» Je terminerai par une observation cet exposé sommaire; j'ai lieu de penser qu'il résultera de cette étude une méthode nouvelle pour résoudre les problèmes de l'élasticité, mais elle ne diminuera point l'importance de celle qu'on suit actuellement. Il était donc naturel que je consacrasse une partie de ce travail à mettre hors de doute l'exactitude des résultats acquis par d'illustres géomètres. »

VITICULTURE. — *Sur les procédés de M.* Mandon *et de M.* Aman-Vigié, *pour le traitement des vignes phylloxérées.* Note de M. F. **Henneguy**.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Pendant mon séjour dans le Midi, j'ai visité, comme les années précédentes, différents vignobles traités par les insecticides, sulfocarbonate de potassium et sulfure de carbone, ou par la submersion. Je n'ai aucun fait nouveau à signaler relativement à ces traitements, que continuent à em-

ployer les propriétaires intelligents qui préfèrent conserver leurs vignobles ou en créer de nouveaux avec des cépages indigènes, en faisant quelques sacrifices, que de courir les chances d'une reconstitution à l'aide de cépages étrangers mal connus, dont chaque année un certain nombre sont déclarés non résistants.

» J'ai visité aussi, dans les environs de Carcassonne, quelques vignobles traités par un procédé dont on a beaucoup parlé depuis quelque temps, celui du Dr Mandon, consistant dans l'empoisonnement de la sève par une solution d'acide phénique. Chez M. Belloc, à Hugniac, 8 hectares ont été soumis cette année au traitement phénolé; l'application des entonnoirs renfermant la solution a été faite à trois reprises différentes, sur tous les ceps, aux mois de mai, juillet et août. Lorsque je visitai le vignoble, dans les derniers jours du mois d'août, les ceps, au niveau des taches phylloxériques, étaient dans un état de dépérissement manifeste; mais quelques personnes, qui les avaient vus avant le traitement, m'assuraient que la végétation était un peu plus vigoureuse qu'au commencement de l'été. Les racines de tous les pieds que j'ai examinés étaient couvertes de Phylloxeras bien vivants. M. Belloc continuera à traiter ses vignes par l'acide phénique, l'année prochaine; ayant constaté l'état des vignes cette année, je pourrai me rendre compte plus tard de l'effet du traitement.

» A Paretlongue, M. Castel, qui a traité aussi une partie de son domaine par le procédé de M. Mandon, a bien voulu faire placer devant moi, le 20 août, quelques entonnoirs remplis de la solution phénolée, sur des pieds de vignes bien phylloxérés. Je revins examiner ces vignes le 28 septembre; la solution avait été absorbée depuis longtemps; les racines des souches traitées étaient, comme chez M. Belloc, couvertes de Phylloxeras vivants. J'ai mis des fragments de ces racines dans un tube de verre, et les insectes, conservés dans une pièce chauffée, continuent de pondre et se comportent absolument comme des Phylloxeras pris sur des racines de vigne non traitée.

» Le procédé de M. le Dr Mandon, tel que son auteur le préconise actuellement, ne paraît donc avoir aucune action sur le Phylloxera. Quant au principe même du traitement, l'absorption d'un liquide toxique par la sève, il me semble devoir être réservé pour le moment. Il y a à ce sujet d'intéressantes recherches à faire au point de vue de la Physiologie végétale. Les expériences de M. de Laffitte et celles que j'ai entreprises cet été prouvent qu'un liquide toxique ou non, absorbé par une souche, peut monter vers les feuilles et descendre jusqu'aux racines; mais il reste à dé-

terminer l'action du liquide absorbé sur les tissus du végétal et les transformations de ce liquide pendant son absorption. J'espère reprendre ces recherches au printemps prochain.

» J'ai examiné aussi à Marseille des vignes soumises au traitement de M. Aman-Vigié. Ce traitement consiste à injecter dans le sol, au moyen d'un soufflet spécial, un mélange de vapeurs de soufre et d'acide sulfureux. M. Aman-Vigié sulfure ainsi depuis six ans une centaine de pieds de vigne dans son jardin, à Saint-Julien. Ces vignes présentent une belle végétation, quoique leurs racines portent un assez grand nombre de Phylloxeras; elles sont plantées, il est vrai, en cordons le long des allées, ce qui est une excellente condition de résistance, les racines pouvant s'étendre assez loin sans se gêner réciproquement.

» M. Aman-Vigié n'a pu que cette année seulement installer un petit champ d'expériences dans lequel les vignes sont plantées en quinconce comme dans les vignobles du Midi; ce champ sera soumis au traitement l'année prochaine.

» Les vapeurs d'acide sulfureux ne pénètrent pas profondément dans le sol et disparaissent rapidement; elles ne peuvent agir que sur les insectes des racines superficielles. Le sulfurage, tel que le pratique M. Aman-Vigié, aux mois de juillet et d'août, peut avoir une certaine influence sur l'essaimage en détruisant les nymphes qui sont sur le point de se transformer en insectes ailés; mais, pour exercer une action utile, les vapeurs devraient pénétrer à une profondeur d'au moins $0^{m},60$, et séjourner dans le sol pendant un temps assez long. Du reste, l'inventeur du procédé ne prétend pas débarrasser complètement la vigne du Phylloxera, mais seulement détruire chaque année assez d'insectes pour permettre au végétal de vivre avec ses parasites. Les expériences qui ont été instituées jusqu'à présent ont été faites sur une trop petite échelle et dans des conditions trop particulières pour permettre de porter un jugement définitif sur la valeur du traitement proposé par M. Aman-Vigié. »

M. L. Charpiot adresse une Note relative à la direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. *C. Le Paige,* sur les surfaces du troisième ordre (extrait des *Acta mathematica*). (Présenté par M. Hermite.)

2° Un Opuscule de M. *Arsène Thévenot,* intitulé « Faits et accidents météorologiques, survenus à Troyes et aux environs avant 1790. (Adressé par M. Marié-Davy.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Pons-Brooks, faites à l'Observatoire de Paris avec l'équatorial coudé;* par M. **Périgaud,** présentées par M. Mouchez.

Dates. 1883.	Étoiles.	Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Correction de l'éphéméride (1).	Déclinaison apparente.	Correction de l'éphéméride (1).	Nombre de comp.
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Nov. 22...	*a*	6.55.7	18. 0. 0,27	+ 1,74	+48.40.44,8	+20,5	4-1
23...	*a*	6.48.0	18. 3.29,15	+ 2,51	+48.27.55,8	+19,9	6
27...	*b*	7.43.34	18.18.33,95	+ 4,05	+47.32.35,1	+17,4	4
Déc. 6...	*c*	7.36.8	18.58.28,94	+ 7,48	+44.53.41,1	+ 8,4	4
7...	*d*	8.32.3	19. 3.42,42	+ 7,54	+44.30.19,3	— 3,0	4
11...	*e*	5.28.23	19.24.24,64	+ 9,13	+42.50.45,1	—18,8	4
12...	*f*	5.43.28	19.30. 7,71	+ 9,44	+42.20.50,4	—21,8	1
12...	*f*	7.37.27	19.30.35,04	+ 9,61	+42.18.24,9	—22,4	3
16...	*g*	6.13.28	19.54.10,53	+11,44	+40. 1.23,9	—49,4	4

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles de comparaison.	Ascens. droite moyenne pour 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne pour 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a 33273 Lal......	18. 0. 5,28	—0,16	+48.27.34,4	+17,6	2 obs. mérid. Paris.
b 33773 »	18.12.25,16	—0,04	+47.31.18,7	+18,3	Cat. Lalande.
c 35525 »	18.54.31,15	+0,39	+44.49.55,2	+21,7	Id.
d 36113 »	19. 6.38,86	+0,51	+44.22. 6,9	+23,0	2 obs. mérid. Paris.
e 37065 »	19.27.32,65	+0,76	+42.44.18,9	+24,6	Cat. Lalande.
f 37441 »	19.35.37,78	+0,84	+42.32.54,8	+25,3	5 obs. mérid. Paris.
g 38154 »	19.53. 9,96	+1,08	+40. 3.14,7	+26,0	2 »

(1) *Astronomische Nachrichten,* nos 2540 et 2558.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (235) *Carolina et de la comète Pons-Brooks, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial ouest du Jardin)*; par MM. **Henry**. Communiquées par M. Mouchez.

Planète (235) *Carolina.*

Dates. 1883.	Temps moyen.	Ascension droite.	Log. fact. par.	Distance polaire.	Log. fact. par.	Étoiles de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Déc. 4...	12. 1. 2	3.14.21,48	$+(\bar{1},237)$	74.9.37,4	$-(0,698)$	*a*
5...	10.57. 6	3.13.37,02	$+(\bar{2},861)$	74.9.45,0	$-(0,687)$	*a*
6...	10.16.58	3.12.52,98	$+(\bar{3},950)$	74.9.49,7	$-(0,684)$	*a*
7...	11.27. 7	3.12. 6,42	$+(\bar{1},151)$	74 9.52,4	$-(0,693)$	*a*

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1883,0.

Étoiles de comparaison.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.	Autorité.
a Anonyme..	$3^h.13^m.59^s,18$	$+5^s,03$	$74°. 5'.29'',1$	$-12'',8$	Comp. avec 152 Weisse N.C H.3.

» Ces nombres s'appliquent aux quatre observations.

Comète Pons-Brooks.

Dates. 1883.	Temps moyen.	Ascension droite.	Distance polaire.	Étoile de comparaison.
Décembre 11....	$8^h.56^m.9^s$	$19^h.25^m.14^s,26$	$47°.13'. 9'',4$	*b*

» Cette observation est corrigée de l'effet de la parallaxe.

Positions moyennes de l'étoile de comparaison pour 1883,0.

Noms de l'étoile.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.	Autorité.
b 699 Weisse N.C. H.3...	$19^h.23^m.39^s,74$	$+0^s,71$	$47°. 8'.55'',9$	$-24'',0$	Weisse.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les multiplicateurs des équations différentielles linéaires.* Note de M. **Halphen**.

« *Si, entre diverses solutions inconnues d'une même équation différentielle linéaire, il existe une relation connue, quel parti peut-on en tirer pour l'intégration?*

» Cette question comporte une réponse précise si la relation donnée est *algébrique;* mais ici j'examinerai seulement un cas, encore très général, auquel, d'ailleurs, se ramènent tous les autres : le cas où *un polynôme entier*

et homogène des solutions inconnues est égal à une fonction connue de la variable indépendante.

» Soit l'équation proposée

$$U = y^{(n)} + a_1 y^{(n-1)} + a_2 y^{(n-2)} + \ldots + a_{n-1} y' + a_n y = 0.$$

Envisageons n solutions distinctes $\eta_1, \ldots, \eta_n$ de l'équation *adjointe*. A chacune d'elles correspond une intégrale première

$$(1) \qquad \eta_i y^{(n-1)} - b_1 y^{(n-2)} + b_2 y^{(n-3)} + \ldots + (-1)^{n-1} b_{n-1} y = c_i.$$

» Les coefficients b s'expriment en fonction de η_i comme il suit :

$$(2) \qquad \begin{cases} b_1 = \eta_i' - a_1 \eta_i, \\ b_2 = \eta_i'' - (a_1 \eta_i)' + a_2 \eta_i, \\ b_3 = \eta_i''' - (a_1 \eta_i)'' + (a_2 \eta_i)' - a_3 \eta_i, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \end{cases}$$

» Soit maintenant $f(c)$ un polynôme entier et homogène, du degré m, par rapport à $c_1, \ldots, c_n$ et à coefficients constants. En vertu des égalités telles que (1), on peut considérer $f(c)$ comme un polynôme F, entier, homogène, du degré m, par rapport à $y^{(n-1)} \ldots y$, et à coefficients dépendant de la variable x. Dans F le coefficient de $[y^{(n-1)}]^m$ est $f(\eta)$. Quant aux autres coefficients, on reconnaît aisément qu'ils s'expriment en fonction linéaire de $f(\eta)$ et de ses dérivées par des formules dont les égalités (2) constituent un cas particulier; par conséquent, en général, si l'on connaît l'expression de $f(\eta)$ en fonction de x, on en pourra déduire explicitement F comme un polynôme, du $m^{\text{ième}}$ degré, en $y^{(n-1)} \ldots y$, avec des coefficients connus. En l'égalant à une constante, on aura une intégrale de l'équation proposée.

» Nous appellerons $f(\eta)$ la *source* de l'intégrale.

» Il importe, avant tout, de connaître les cas d'exception, ceux où la source ne détermine plus l'intégrale sans ambiguïté Un de ces cas se présente évidemment si la source est zéro, si donc entre les η il existe une relation homogène, du degré m, à coefficients constants. C'est d'ailleurs le seul cas d'exception; si, en effet, deux intégrales du degré m ont une même source, leur différence est une intégrale dont la source est zéro. Par là on reconnaît que, si entre les η il existe p relations homogènes, du degré m, linéairement distinctes, les coefficients des intégrales, de ce même degré m, se déterminent, la source étant donnée, par une équation différentielle linéaire d'ordre p.

» Considérons pour $f(\eta)$ une *forme réduite*, soit

$$f(\eta) = A\zeta_1^{\lambda_1}\zeta_2^{\lambda_2}\dots\zeta_n^{\lambda_n} + B\zeta_1^{\mu_1}\zeta_2^{\mu_2}\dots\zeta_n^{\mu_n} + \dots,$$

obtenue avec les variables

$$\zeta_i = \alpha_{i,1}\eta_1 + \alpha_{i,2}\eta_2 + \dots + \alpha_{i,n}\eta_n.$$

» Désignons par z_i la combinaison semblable

$$z_i = \alpha_{i,1}c_1 + \alpha_{i,2}c_2 + \dots + \alpha_{i,n}c_n,$$

où les c sont remplacés par leurs expressions (1). Nous obtenons, pour F, la forme réduite

$$F = Az_1^{\lambda_1}z_2^{\lambda_2}\dots z_n^{\lambda_n} + Bz_1^{\mu_1}z_2^{\mu_2}\dots z_n^{\mu_n} + \dots.$$

» Si cette forme réduite ne peut être obtenue que d'un nombre limité de manières, la réduction, opérée sur F, fera connaître les intégrales linéaires z, et l'intégration sera complète, pourvu toutefois que la forme réduite contienne des variables effectives z en nombre n.

» Les polynômes à n variables, dont les formes réduites sont indéterminées ou bien contiennent moins de n variables, forment une catégorie d'exception très bien connue, où se rangent notamment les polynômes du second degré. A cette exception près, la connaissance d'une intégrale F entraîne l'intégration complète. D'autre part, la connaissance de $f(\eta)$ conduit à une intégrale F, et, par suite, à l'intégration complète de l'équation qui a pour inconnue y. Mais, par cette dernière, s'intègre aussi l'équation dont η est l'inconnue. Donc :

» *Si, en fonction de la variable indépendante, on connaît l'expression d'un polynôme, à coefficients constants, homogène et du degré m, par rapport aux solutions d'une équation différentielle linéaire, cette équation s'intègre complètement, pourvu que :*

» 1° *Le polynôme ait une forme réduite déterminée, contenant des variables effectives en nombre égal à l'ordre de l'équation;*

» 2° *Entre les solutions il n'existe aucune relation homogène, à coefficients constants, d'un degré égal à celui du polynôme.*

» La considération de la forme réduite peut être remplacée par celle des covariants qui la fournissent, et par là se retrouve le beau théorème décou-

vert par M. Darboux (¹) : *Tout covariant d'une intégrale est lui-même une intégrale* (l'équation étant privée du second terme).

» Pour les applications, on facilite singulièrement les calculs en considérant, au lieu des intégrales, les multiplicateurs qui les fournissent. Soit F une intégrale, du degré m. Sa dérivée F′ se décompose en deux facteurs, dont l'un est le premier membre U de l'équation différentielle, l'autre un polynôme homogène et du degré $m-1$ par rapport à $y^{(n-1)}\ldots y$, à coefficients dépendant de x. Ce dernier est le *multiplicateur* qui fournit l'intégrale F. Dans ce multiplicateur φ, le coefficient de $[y^{(n-1)}]^{m-1}$ est précisément la source de F, et peut aussi être appelé la *source* de φ. En effet, les autres coefficients s'en déduisent encore sans ambiguïté, sauf le cas d'exception signalé plus haut.

» Voici comment on peut, pratiquement, calculer un multiplicateur. Tout polynôme homogène en $y, y', y'', \ldots$, à coefficients dépendant de x, peut être décomposé en une somme de deux parties $P'+Q$, dont l'une P′ est la dérivée d'un polynôme analogue, et dont l'autre Q est caractérisée par ce fait qu'à chaque terme la dérivée de y, de l'ordre le plus élevé, a l'exposant 2, au moins. C'est ce qu'on voit sur l'exemple suivant :

$$Ay^2y''' = [A(y^2y''-yy'^2)-A'y^2y'+\tfrac{1}{3}A''y^3]'+Ay'^3+3A'yy'^2-\tfrac{1}{3}A'''y^3.$$

» Pour que le polynôme proposé soit la dérivée d'un polynôme analogue, il faut et il suffit que Q n'existe pas. En prenant donc un multiplicateur, de degré $m-1$, à coefficients indéterminés, effectuant son produit par U, calculant Q et égalant tous les termes à zéro, on obtiendra les équations propres à déterminer ce multiplicateur.

» Dans une prochaine Communication, je donnerai une application de cette méthode, ainsi que de la proposition suivante, analogue à celle de M. Darboux : *Tout invariant d'un multiplicateur est la source d'un autre multiplicateur* (l'équation étant privée du second terme). *Le degré de ce dernier est inférieur d'une unité au degré de l'invariant par rapport aux coefficients.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un point de la théorie des fonctions elliptiques.* Note de M. LIPSCHITZ, présentée par M. Hermite.

« En réfléchissant sur la formule des *Fundamenta*, qui est la source de la détermination des représentations d'un nombre quelconque par une

(¹) *Sur les systèmes d'équations linéaires à une seule variable indépendante* (*Comptes rendus*, t. XC, p. 524 et 596; 1880).

somme de quatre carrés, j'ai remarqué que cette formule, par une légère modification, conduit à une équation différentielle qui se rapporte aux trois fonctions

$$\vartheta_0(0) = 1 - 2q + 2q^4 - 2q^9 \pm \ldots,$$

$$\vartheta_2(0) = 2q^{\frac{1}{4}} + 2q^{\frac{9}{4}} + 2q^{\frac{25}{4}} + \ldots,$$

$$\vartheta_3(0) = 1 + 2q + 2q^4 + 2q^9 + \ldots.$$

Je remarque d'abord que, dans la formule de Jacobi

$$\vartheta_3^4(0) = 1 + 8\left(\frac{q}{1-q} + \frac{2q^2}{1+q^2} + \frac{3q^3}{1-q^3} + \frac{4q^4}{1+q^4} + \ldots\right),$$

on peut réunir toutes les fractions du second membre qui contiennent les puissances de q dont les exposants sont les produits de la multiplication d'un nombre impair g par une puissance du nombre 2. En effet, la somme des fractions

$$\frac{2q^{2g}}{1+q^{2g}} + \frac{4q^{4g}}{1+q^{4g}} + \frac{8q^{8g}}{1+q^{8g}} + \ldots$$

est égale à la fraction $\frac{2q^{2g}}{1-q^{2g}}$. C'est par là que la formule de Jacobi se change dans celle-ci :

$$\vartheta_3^4(0) = 1 + 8\left(\frac{q}{1-q} + \frac{2q^2}{1-q^2} + \frac{3q^3}{1-q^3} + \frac{5q^5}{1-q^5} + \frac{6q^6}{1-q^6} + \frac{7q^7}{1-q^7} + \ldots\right),$$

où la somme à droite se réfère à tous les exposants de q, qui ne sont pas divisibles par le nombre 4. Il est donc permis de lui donner l'expression

$$\vartheta_3^4(0) = 1 - 8\frac{d\log}{d\log q}\left[\frac{(1-q)(1-q^2)(1-q^3)(1-q^4)}{(1-q^4)(1-q^8)(1-q^{12})}\ldots\right].$$

» De l'autre côté, on a, d'après les numéros (3) et (5) du même article des *Fundamenta*,

$$\vartheta_0(0) = \frac{[(1-q)(1-q^2)(1-q^3)(1-q^4)\ldots]^2}{(1-q^2)(1-q^4)(1-q^6)(1-q^8)\ldots},$$

$$\vartheta_2(0) = 2q^{\frac{1}{4}}\frac{[(1-q^4)(1-q^8)(1-q^{12})\ldots]^2}{(1-q^2)(1-q^4)(1-q^6)(1-q^8)\ldots},$$

partant

$$\frac{(1-q)(1-q^2)(1-q^3)(1-q^4)\ldots}{(1-q^4)(1-q^8)(1-q^{12})\ldots} = \left[\frac{2q^{\frac{1}{4}}\vartheta_0(0)}{\vartheta_2(0)}\right]^{\frac{1}{4}}.$$

» La formule de Jacobi devient donc la suivante :

$$\vartheta_3^4(0) = 1 - 8\frac{d\log}{d\log q}\left[\frac{2q^{\frac{1}{4}}\vartheta_0(0)}{\vartheta_2(0)}\right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{ou} \quad \vartheta_3^4(0) = -4\frac{d\log}{d\log q}\left[\frac{\vartheta_0(0)}{\vartheta_2(0)}\right].$$

» Mais, parce que les trois fonctions $\vartheta_0(o)$, $\vartheta_2(o)$, $\vartheta_3(o)$ sont assujetties à l'équation

$$\vartheta_0^4(o) + \vartheta_2^4(o) - \vartheta_3^4(o) = o,$$

qui est singulièrement signalée dans les recherches posthumes de Gauss, publiées dans le t. III de ses *OEuvres*, p. 383, on en peut tirer les formules semblables relatives à $\vartheta_0^4(o)$ et à $\vartheta_3^4(o)$. En différentiant par rapport à la variable q, on trouve l'équation

$$\vartheta_0^3(o)\,d\vartheta_0(o) + \vartheta_2^3(o)\,d\vartheta_2(o) - \vartheta_3^3(o)\,d\vartheta_3^3(o) = o,$$

dont la combinaison avec l'équation première conduit à la proportion

$$\begin{aligned}&\vartheta_0^3(o):\vartheta_2^3(o):-\vartheta_3^3(o)\\&=\vartheta_2(o)\frac{d\vartheta_3(o)}{d\log q}-\vartheta_3\frac{d\vartheta_2(o)}{d\log q}:\vartheta_3(o)\frac{d\vartheta_0(o)}{d\log q}-\vartheta_0\frac{d\vartheta_3(o)}{d\log q}:\vartheta_0(o)\frac{d\vartheta_2(o)}{d\log q}-\vartheta_2(o)\frac{d\vartheta_0(o)}{d\log q}.\end{aligned}$$

» En conséquence, l'équation différentielle mentionnée entraîne avec elle les deux autres

$$\vartheta_0^4(o) = 4\frac{d\log}{d\log q}\left[\frac{\vartheta_2(o)}{\vartheta_3(o)}\right],$$
$$\vartheta_2^4(o) = 4\frac{d\log}{d\log q}\left[\frac{\vartheta_3(o)}{\vartheta_0(o)}\right].$$

» Sous le point de vue arithmétique, ces deux équations contiennent les résultats

$$\vartheta_0^4(o) = 1 - \frac{8\,d\log}{d\log q}\,[(1-q^2)(1-q^6)(1-q^{10})\ldots(1+q)(1+q^3)(1+q^5)\ldots],$$
$$\vartheta_2^4(o) = \quad -\frac{8\,d\log}{d\log q}\left[\frac{(1-q)(1-q^3)(1-q^5)(1-q^7)\ldots}{(1+q)(1+q^3)(1+q^5)(1+q^7)\ldots}\right],$$

où l'on a

$$\vartheta_2^4(o) = \sum_{-\infty}^{+\infty}\sum_{-\infty}^{+\infty}\sum_{-\infty}^{+\infty}\sum_{-\infty}^{+\infty}(-1)^{a+b+c+d}\,q^{a^2+b^2+c^2+d^2},$$
$$\vartheta_2^4(o) = \sum_{-\infty}^{+\infty}\sum_{-\infty}^{+\infty}\sum_{-\infty}^{+\infty}\sum_{-\infty}^{+\infty}q^{\frac{1}{4}[(2a+1)^2+(2b+1)^2+(2c+1)^2+(2d+1)^2]}.$$

» Sous le point de vue analytique, ces trois équations différentielles coïncident avec celles marquées 3* dans le Mémoire de Jacobi, intitulé *Ueber die Differentialgleichung, welcher die Reihen*

$$1 \pm 2q \pm 2q^4 \pm 2q^9 \pm \ldots,$$
$$2\sqrt[4]{q} + \sqrt[4]{q^9} + \sqrt[4]{q^{25}} + \ldots$$

Genüge leisten (*Journal de Crelle*, t. 36, p. 97, *Œuvres*, t. II, p. 271). Ce sont les équations dont Jacobi s'est servi pour obtenir l'équation différentielle indiquée dans le titre du Mémoire. »

M. **Hermite** présente, au sujet de cette Note, la remarque suivante :

« Les équations de Jacobi, qui sont l'objet de la belle analyse qu'on vient de voir,

$$\frac{d\log\frac{k^2}{k'^2}}{d\log q} = \vartheta_3^4(q),\quad \frac{d\log\frac{1}{k'^2}}{d\log q} = \vartheta_2^4(q),\quad \frac{d\log k^2}{d\log q} = \vartheta_0^4(q),$$

résultent aussi de la formule fondamentale du grand géomètre

$$\int_0^x k^2\,\mathrm{sn}^2 x\,dx = \frac{\mathrm{J}x}{\mathrm{K}} - \frac{\Theta'(x)}{\Theta(x)}.$$

» Différentions et changeons successivement x en $x+\mathrm{K}$, $x+\mathrm{K}+i\mathrm{K}'$; on en tire d'abord

$$k^2\,\mathrm{sn}^2 x = \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}} - \frac{\Theta''(x)}{\Theta(x)} + \frac{\Theta'^2(x)}{\Theta^2(x)},$$

$$\frac{k^2\,\mathrm{cn}^2 x}{\mathrm{dn}^2 x} = \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}} - \frac{\Theta_1''(x)}{\Theta_1(x)} + \frac{\Theta_1'^2(x)}{\Theta_1^2(x)},$$

$$\frac{\mathrm{dn}^2 x}{\mathrm{cn}^2 x} = \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{K}} - \frac{\mathrm{H}_1''(x)}{\mathrm{H}_1(x)} + \frac{\mathrm{H}_1'^2(x)}{\mathrm{H}_1^2(x)}.$$

» Soit maintenant $x = 0$, le développement en série

$$\Theta\left(\frac{2\mathrm{K}x}{\pi}\right) = 1 - 2q\cos 2x + 2q^4\cos 4x - \ldots$$

donne immédiatement

$$\left(\frac{2\mathrm{K}}{\pi}\right)^2\Theta''(0) = 4(2q - 2.4q^4 + 2.9q^9 - \ldots) = -4\,\frac{d\vartheta_0(q)}{d\log q},$$

de sorte qu'on peut écrire

$$\Theta''(0) = -\frac{4}{\vartheta_3^4(q)}\,\frac{d\vartheta_0(q)}{d\log q},$$

puis semblablement

$$\Theta_1''(0) = -\frac{4}{\vartheta_3^4(q)}\,\frac{d\vartheta_3(q)}{d\log q},$$

$$\mathrm{H}_2''(0) = -\frac{4}{\vartheta_3^4(q)}\,\frac{d\vartheta_2(q)}{d\log q}.$$

On obtient donc ainsi

$$0 = \frac{J}{K} + \frac{4}{\vartheta_3^4(q)} \frac{d\log\vartheta_0(q)}{d\log q},$$

$$k^2 = \frac{J}{K} + \frac{4}{\vartheta_3^4(q)} \frac{d\log\vartheta_3(q)}{d\log q},$$

$$1 = \frac{J}{K} + \frac{4}{\vartheta_3^4(q)} \frac{d\log\vartheta_2(q)}{d\log q};$$

et, en retranchant membre à membre,

$$1 - k^2 = \frac{4}{\vartheta_3^4(q)} \frac{d\log\frac{\vartheta_2(q)}{\vartheta_3(q)}}{d\log q}, \quad k^2 = -\frac{4}{\vartheta_3^4(q)} \frac{d\log\frac{\vartheta_0(q)}{\vartheta_3(q)}}{d\log q}$$

ou bien

$$k'^2 = \frac{1}{\vartheta_3^4(q)} \frac{d\log\left[\frac{\vartheta_2(q)}{\vartheta_3(q)}\right]^4}{d\log q} = \frac{1}{\vartheta_3^4(q)} \frac{d\log k^2}{d\log q},$$

$$k^2 = -\frac{1}{\vartheta_3^4(q)} \frac{d\log\left[\frac{\vartheta_0(q)}{\vartheta_3(q)}\right]^4}{d\log q} = -\frac{1}{\vartheta_3^4(q)} \frac{d\log k'^2}{d\log q}.$$

» Il suffit maintenant de chasser les dénominateurs, en employant les conditions

$$k^2\vartheta_3^4(q) = \vartheta_2^4(q), \quad k'^2\vartheta_3^4(q) = \vartheta_0^4(q),$$

pour trouver immédiatement deux des relations différentielles cherchées

$$\frac{d\log k^2}{d\log q} = \vartheta_0^4(q), \quad \frac{d\log k'^2}{d\log q} = -\vartheta_2^4(q),$$

et la troisième en résulte comme conséquence de l'identité

$$\vartheta_3^4(q) = \vartheta_0^4(q) + \vartheta_2^4(q). \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M.* Liouville.
Note de M. **Stieltjes**, présentée par M. Hermite.

« Je me propose de montrer comment la théorie des fonctions elliptiques conduit au théorème de M. Liouville, qui a été l'objet de ma précédente Note.

» En désignant par K et E les intégrales complètes de première et de seconde espèce, les formules relatives au développement des fonctions de

seconde espèce donnent

$$(1)\qquad \frac{K(K-E)}{\pi^2} = 2\,\frac{q - 4q^4 + 9q^9 - 16q^{16} + 25q^{25} - \ldots}{1 - 2q + 2q^4 - 2q^9 + \ldots},$$

$$(2)\qquad \frac{4KE}{\pi^2} = 2\,\frac{q^{\frac{1}{4}} + 9q^{\frac{9}{4}} + 25q^{\frac{25}{4}} + \ldots}{q^{\frac{1}{4}} + q^{\frac{9}{4}} + q^{\frac{25}{4}} + \ldots}.$$

En remplaçant q par q^4 dans cette dernière équation, on trouvera

$$(3)\quad \Sigma x^2 q^{x^2} = \frac{K}{\pi^2}\sqrt{\frac{K}{2\pi}}\left[\frac{1-\sqrt{k'}}{2}E + \frac{\sqrt{k'}(1-k'\sqrt{k'})}{2}K\right] \qquad (x = 1, 3, 5, 7, \ldots).$$

Combinant cette formule avec (1), on aura

$$(4)\quad \Sigma y^2 q^{y^2} = \frac{K}{\pi^2}\sqrt{\frac{K}{2\pi}}\left[(1+\sqrt{k'})E - \sqrt{k'}(1+k'\sqrt{k'})K\right] \qquad (y = 0, \pm 2, \pm 4, \pm 6, \ldots),$$

et d'ailleurs, comme on sait,

$$(5)\qquad \Sigma q^{x^2} = \frac{1-\sqrt{k'}}{2}\sqrt{\frac{K}{2\pi}} \qquad (x = 1, 3, 5, 7, \ldots),$$

$$(6)\qquad \Sigma q^{y^2} = (1+\sqrt{k'})\sqrt{\frac{K}{2\pi}} \qquad (y = 0, \pm 2, \pm 4, \ldots).$$

Les formules (3), (4), (5), (6) donnent maintenant

$$\Sigma\Sigma(x^2 - y^2)q^{x^2+y^2} = \frac{K^3}{2\pi^3}k^2\sqrt{k'}$$

ou bien

$$(7)\qquad 16\,\Sigma\Sigma(x^2-y^2)q^{x^2+y^2} = \frac{8K^3}{\pi^3}k^2\sqrt{k'} = \theta(q)\,\theta_2^4(q)\,\theta_3(q),$$

en posant

$$\theta(q) = 1 - 2q + 2q^4 - 2q^9 + \ldots = \sqrt{\frac{2k'K}{\pi}},$$

$$\theta_2(q) = 2q^{\frac{1}{4}} + 2q^{\frac{9}{4}} + \ldots = \sqrt{\frac{2kK}{\pi}},$$

$$\theta_3(q) = 1 + 2q + 2q^4 + 2q^9 + \ldots = \sqrt{\frac{2K}{\pi}}.$$

Or on connaît ce développement

$$\theta(q)\,\theta_2(q)\,\theta_3(q) = 2\left(q^{\frac{1}{4}} - 3q^{\frac{9}{4}} + 5q^{\frac{25}{4}} - \ldots\right),$$

et, d'après une formule due à M. Hermite,

$$\theta_2^3(q) = 8\sum_0^\infty F(8n+3)q^{\frac{8n+3}{4}}.$$

L'équation (7) peut donc s'écrire sous la forme suivante :

$$\Sigma(-1)^{\frac{x-1}{2}} x q^{\frac{x^2}{4}} \sum_0^\infty F(8n+3) q^{\frac{8n+3}{4}} = \Sigma\Sigma(x^2-y^2)q^{x^2+y^2},$$

où il faut poser $x = 1, 3, 5, 7, \ldots$ et $y = 0, \pm 2, \pm 4, \ldots$.

» Cette formule donne immédiatement le théorème de M. Liouville en comparant dans les deux membres les coefficients des mêmes puissances de q.

» Remarquons que les relations connues

$$\theta(q)\theta_3(q) = \theta^2(q^2) \quad \text{et} \quad \theta_2^2(q) = 2\theta_2(q^2)\theta_3(q^2)$$

donnent

$$\theta(q)\theta_2^4(q)\theta_3(q) = 4[\theta(q^2)\theta_2(q^2)\theta_3(q^2)]^2 = 16\left[\Sigma(-1)^{\frac{x-1}{2}} x q^{\frac{x^2}{2}}\right]^2.$$

On aurait donc pu établir la formule (7) un peu plus simplement en formant directement le carré de cette série $\Sigma(-1)^{\frac{x-1}{2}} x q^{\frac{x^2}{2}}$; mais les formules (3) et (4), dont nous nous sommes servi, peuvent être utiles dans d'autres cas.

» Ajoutons encore aux théorèmes déjà énoncés les trois suivants :

» Théorème V. — *Soit* N *un nombre positif de la forme* $8k+5$; *alors*

$$8\Sigma(-1)^{\frac{s-1}{2}} s F(4N - 2s^2) = \Sigma(x^2 - y^2).$$

» La sommation, dans le second membre, a rapport à toutes les solutions de l'équation $2N = x^2 + y^2$, x^2 étant un carré de la forme $16k+9$ et, par suite, y^2 un carré de la forme $8k+1$.

» Théorème VI. — *Soit* N *un nombre positif de la forme* $8k+1$; *alors*

$$2\Sigma(-1)^{\frac{s-1}{2}+\frac{s^2-1}{8}} s F(2N - s^2) = \Sigma(-1)^y (x^2 - 8y^2).$$

» La sommation, dans le second membre, doit s'étendre à toutes les solutions de l'équation $N = x^2 + 8y^2$, x étant positif et impair, y un nombre quelconque, positif, nul ou négatif.

» Théorème VII. — *Soit* N *un nombre de la forme* $8k+5$; *alors*

$$2\Sigma(-1)^{\frac{s-1}{2}+\frac{s^2-1}{8}} s F(2N-s^2) = \Sigma(x^2-y^2).$$

» La sommation, dans le second membre, doit s'étendre à toutes les solutions de l'équation $2N = x^2+y^2$, x^2 étant un carré de la forme $8k+9$, y^2 un carré de la forme $8k+1$.

» Dans ces formules, le second membre devient égal à zéro toutes les fois qu'il n'y a pas de représentation de $2N$ ou de N par la forme indiquée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations algébriques.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« J'ai obtenu, au sujet de la règle des signes de Descartes, un résultat qui présente les plus grandes analogies avec un théorème important de M. Laguerre.

» Soit $F(x) = 0$ une équation algébrique qui a p racines positives. On peut toujours trouver un polynôme $\Phi(x)$ tel que le produit $F.\Phi$ n'ait que p variations. Il en résulte, d'ailleurs, que l'équation $\Phi(x) = 0$ n'a pas de racine positive.

» En effet, je puis mettre F sous la forme $F_1 F_2 F_3 F_4$.

» F_1 est un produit de facteurs linéaires $x+a$, où a est réel positif.

» F_2 est un produit de facteurs quadratiques $x^2+2\alpha x+\beta^2$, où α et β sont réels positifs et α plus petit que β. Le produit $F_1 F_2$ n'a évidemment pas de variations.

» F_3 est un produit de facteurs quadratiques $x^2-2\alpha x+\beta^2$, où α et β sont positifs et α plus petit que β. Je pourrai alors poser

$$\alpha = \beta\cos\varphi,$$

φ étant un angle compris dans le premier quadrant et tel, par conséquent, que $\cos\varphi$, $\sin\varphi$ et $\sin 2\varphi$ soient positifs. Soit n un nombre entier tel que $\sin\varphi$, $\sin 2\varphi$, $\sin 3\varphi$, ..., $\sin(n-1)\varphi$, $\sin n\varphi$ soient positifs et $\sin(n+1)\varphi$ négatif. Posons

$$\theta = \beta^{n-1}\sin\varphi + \beta^{n-2}x\sin 2\varphi + \beta^{n-3}x^2\sin 3\varphi + \ldots + x^{n-1}\sin n\varphi.$$

Le produit

$$\theta(x^2-2\alpha x+\beta^2) = \beta^{n+1}\sin\varphi - \beta x^n\sin(n+1)\varphi + x^{n-1}\sin n\varphi$$

n'a pas de variations. Si donc Φ_3 est le produit de tous les facteurs, tels que θ, le produit $F_1F_2F_3\Phi_3 = \psi$ n'aura pas de variations. Supposons que ψ soit un polynôme d'ordre $q - 1$.

» Considérons maintenant le quatrième facteur de F, c'est-à-dire F_4; c'est un produit de facteurs linéaires de la forme $x - a$, a étant positif, et ces facteurs sont par hypothèse au nombre de p,

$$F_4 = (x - a_1)(x - a_2)\ldots(x - a_p).$$

» Posons

$$F_4\Phi_4 = (x^q - a_1^q)(x^q - a_2^q)\ldots(x^q - a_q^p),$$

ce sera un polynôme de degré pq qui aura p variations et où manqueront les termes dont l'exposant n'est pas divisible par q. Le produit $\psi F_4\Phi_4$ sera alors de degré $(p+1)q - 1$, et aura, par conséquent, $(p+1)q$ coefficients. Il est évident qu'on rencontrera successivement q coefficients positifs, puis q coefficients négatifs, puis q coefficients positifs et ainsi de suite, de sorte que le produit en question présentera p variations.

» Mais nous pouvons écrire

$$\psi F_4\Phi_4 = F.\Phi, \quad \text{où} \quad \Phi = \Phi_3\Phi_4.$$

» Le résultat énoncé est donc démontré. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Décomposition en éléments simples des fonctions doublement périodiques de troisième espèce* (1). Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« Soit $\varphi(z)$ une fonction uniforme de z satisfaisant à deux relations de la forme

$$(1) \qquad \varphi(z + 2K) = e^{az+b}\varphi(z), \quad \varphi(z + 2iK') = e^{a'z+b'}\varphi(z);$$

on pourra toujours, en posant

$$f(z) = e^{\lambda z^2 + \lambda' z}\varphi(z)$$

déterminer λ et λ', de telle façon que l'on ait

$$(2) \qquad f(z + 2K) = f(z), \quad f(z + 2iK') = e^{Az+B}f(z),$$

(1) Voir différentes Notes de M. Hermite dans les *Comptes rendus* des années 1861 et 1862. Voir aussi la Thèse d'Analyse présentée à la Faculté des Sciences de Paris par M. Biehler, avril 1879.

où la constante A est nécessairement de la forme $-\frac{m\pi i}{K}$, m désignant un entier positif négatif ou nul. Si l'on écarte l'hypothèse $m = 0$ qui conduit aux fonctions doublement périodiques de première et de seconde espèce, la fonction $f(z)$ est, d'après la dénomination introduite par M. Hermite, une fonction doublement périodique de troisième espèce. Si l'on pose alors

$$z = x + \frac{BK}{m\pi i}, \quad F(x) = f\left(x + \frac{BK}{m\pi i}\right),$$

cette fonction $F(x)$ vérifie les deux relations

$$(3) \qquad F(x+2K) = F(x), \quad F(x+2iK') = e^{-\frac{m\pi x i}{K}} F(x).$$

» En supposant que la fonction $F(x)$ ne possède à distance finie d'autres points singuliers que des pôles du premier ordre, nous allons indiquer une décomposition de cette fonction en une somme composée d'éléments simples n'ayant chacun qu'un pôle dans un parallélogramme des périodes $2K$, $2iK'$ et d'une partie entière s'il y a lieu; décomposition dont la possibilité est certaine *a priori* d'après le théorème de M. Mittag-Leffler. Le cas où la fonction F admet des pôles d'ordre quelconque ou des points singuliers essentiels isolés peut être traité par les mêmes méthodes. Les éléments de la décomposition ont des propriétés différentes suivant que m est positif ou négatif.

» I. Soit d'abord $m > 0$; on peut alors prendre pour élément de décomposition la fonction

$$\psi_m(x, \alpha) = e^{\frac{m\pi(x-\alpha)i}{2K}} \frac{H'(0)}{H(x-\alpha)} \frac{H(x-a_1)H(x-a_2)\ldots H(x-a_{m+1})}{H(\alpha-a_1)H(\alpha-a_2)\ldots H(\alpha-a_{m+1})},$$

les lettres $a_1, a_2, \ldots, a_m$ désignant des constantes arbitraires et a_{m+1} étant déterminée par la relation

$$a_{m+1} = \alpha + mK - a_1 - a_2 - \ldots - a_m.$$

» Cette fonction $\psi_m(x, \alpha)$, considérée comme fonction de x, admet pour pôles simples le point α et ses homologues, avec le résidu $+1$ au pôle α; de plus, elle vérifie les deux relations

$$\psi_m(x+2K, \alpha) = \psi_m(x, \alpha), \quad \psi_m(x+2iK', \alpha) = e^{-\frac{m\pi x i}{K}} \psi_m(x, \alpha).$$

» Supposons alors que la fonction proposée $F(x)$, qui satisfait aux relations (3), admette dans un parallélogramme des périodes les p pôles simples

$\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p$ avec les résidus respectifs $R_1, R_2, \ldots, R_p$. La formule de décomposition cherchée sera

$$(4) \quad F(x) = R_1 \psi_m(x, \alpha_1) + R_2 \psi_m(x, \alpha_2) + \ldots + R_p \psi_m(x, \alpha_p) + G(x),$$

où $G(x)$ est une *fonction entière* satisfaisant à ces mêmes relations (3), fonction qui est composée linéairement à l'aide de m fonctions entières connues. On obtient cette formule (4) et l'on détermine en même temps $G(x)$ en remarquant que le produit $F(\alpha)\psi_m(x, \alpha)$ est une fonction doublement périodique de α et en écrivant que la somme des résidus de cette fonction, relatifs aux pôles situés dans un parallélogramme des périodes, est égale à zéro.

» II. Soit maintenant $m < 0$. Dans ce cas il se présente des circonstances entièrement différentes; pour plus de simplicité, je n'examinerai ici que le cas de $m = -1$, en me réservant de traiter autre part le cas général. La fonction $F(x)$ à décomposer en éléments simples vérifie alors les deux équations

$$(5) \qquad F(x + 2K) = F(x), \quad F(x + 2iK') = e^{\frac{n\pi x i}{K}} F(x);$$

cette fonction ne peut pas être holomorphe; si elle est méromorphe, le nombre de ses infinis dans un parallélogramme des périodes surpasse d'une unité le nombre de ses zéros. Il conviendra, dans ce cas, de prendre pour élément de décomposition la fonction

$$(6) \qquad \chi(x, \alpha) = \frac{\pi i}{2K} \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} \frac{e^{\frac{\pi(x-\alpha)i}{K}} + q^{2n}}{e^{\frac{\pi(x-\alpha)i}{K}} - q^{2n}} e^{\frac{n\pi\alpha i}{K}} q^{n(n-1)},$$

où $q = e^{-\pi\frac{K'}{K}}$. Cette fonction $\chi(x, \alpha)$ de la variable x admet comme pôles simples le point α et ses homologues, avec le résidu $+1$ au point α; elle possède la période $2K$ et vérifie en outre la relation

$$(7) \qquad \chi(x + 2iK', \alpha) = e^{\frac{\pi x i}{K}} \chi(x, \alpha) - \left(1 + e^{\frac{\pi x i}{K}}\right) g(\alpha),$$

où $g(\alpha)$ désigne la fonction entière de α

$$(8) \qquad g(\alpha) = \frac{\pi i}{2K} \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} e^{\frac{n\pi\alpha i}{K}} q^{n(n-1)} = \frac{\pi i}{2K} \frac{1}{\sqrt[4]{q}} e^{\frac{\pi\alpha i}{2K}} H_1(\alpha).$$

» Cela posé, soient, dans un parallélogramme des périodes, $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p$ les pôles supposés simples de la fonction $F(x)$ vérifiant les

équations (5), et $R_1, R_2, \ldots, R_p$ les résidus correspondants; ces résidus vérifient la relation

$$(9)\qquad R_1 g(\alpha_1) + R_2 g(\alpha_2) + \ldots + R_p g(\alpha_p) = 0,$$

qui exprime que la somme des résidus de la fonction doublement périodique $F(x)g(x)$ est nulle. La formule de décomposition cherchée est alors

$$(10)\qquad F(x) = R_1\chi(x, \alpha_1) + R_2\chi(x, \alpha_2) + \ldots + R_p\chi(x, \alpha_p).$$

» Cette formule peut être démontrée directement; on l'obtient aussi en remarquant que le produit $F(\alpha)\chi(x, \alpha)$ est une fonction doublement périodique de α et en écrivant que la somme des résidus de cette fonction dans un parallélogramme des périodes est égale à zéro. Il est à remarquer que la fonction $\chi(\alpha, x)$ pourrait aussi servir d'élément de décomposition lorsque $m = +1$.

» Les considérations précédentes peuvent être appliquées à des fonctions d'un point analytique (x, y) formées par des quotients de produits de fonctions $\Theta[u^{(i)}(x, y) - h_i]$. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Démonstration des propriétés fondamentales du système de coordonnées polaires géodésiques.* Note de M. **G. Ossian-Bonnet.**

« Nous nous proposons de donner des propriétés, dues à Gauss et relatives au système de coordonnées polaires géodésiques, des démonstrations directes et simples. Nous conserverons les notations employées dans une Note précédente et nous poserons en outre, d'une manière générale,

$$\varphi(x) + \varphi(y) + \varphi(z) = \Sigma\varphi(u),$$

x, y, z étant les coordonnées cartésiennes rectangulaires d'un point quelconque de la surface.

» Occupons-nous d'abord de la première propriété.

» Je différentie par rapport à r l'expression $\sum \frac{\partial u}{\partial r}\frac{\partial u}{\partial \omega}$; il vient

$$\sum \frac{\partial u}{\partial \omega}\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \sum \frac{\partial u}{\partial r}\frac{\partial^2 u}{\partial \omega\, \partial r}.$$

Une interprétation géométrique facile montre que la première partie est

nulle; la deuxième, qui revient à $\frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial\omega}\sum\left(\frac{\partial u}{\partial r}\right)^2$, est aussi nulle; donc on peut déjà poser

$$\sum\frac{\partial u}{\partial r}\frac{\partial u}{\partial\omega}=\frac{\partial c}{\partial\omega}\cos i=\mathrm{F}(\omega),$$

ce qui donne, $\frac{\partial c}{\partial\omega}$ étant positif,

$$\frac{\partial c}{\partial\omega}>+\sqrt{\mathrm{F}^2(\omega)},$$

et, en intégrant par rapport à ω de zéro à 2π,

$$\mathrm{C}>\int_0^{2\pi}+\sqrt{\mathrm{F}^2(\omega)}\,d\omega;$$

mais C devient nul en même temps que r; cela ne peut être qu'autant que $\mathrm{F}(\omega)$ est nul, ce qu'il fallait démontrer.

» Passons à la deuxième propriété. Je pars de la relation

$$\left(\frac{\partial c}{\partial\omega}\right)^2=\sum\left(\frac{\partial u}{\partial\omega}\right)^2,$$

et j'en déduis par deux différentiations successives, par rapport à r,

$$\frac{\partial^2 c}{\partial\omega\,\partial r}=\sum\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\partial\omega}}\frac{\partial^2 u}{\partial\omega\,\partial r},$$

$$\frac{\partial^3 c}{\partial\omega\,\partial r^2}=\sum\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\partial\omega}}\frac{\partial^3 u}{\partial\omega\,\partial r^2}+\sum\frac{\partial^2 u}{\partial\omega\,\partial r}\frac{\partial}{\partial r}\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\partial\omega}};$$

mais

$$\frac{\partial^2 u}{\partial\omega\,\partial r}=\frac{\partial}{\partial r}\left(\frac{\partial c}{\partial\omega}\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\partial\omega}}\right)=\frac{\partial c}{\partial\omega}\frac{\partial}{\partial r}\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\partial\omega}}+\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\partial\omega}}\frac{\partial^2 c}{\partial\omega\,\partial r}:$$

donc

$$\sum\frac{\partial^2 u}{\partial\omega\,\partial r}\frac{\partial}{\partial r}\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\partial\omega}}=\frac{\partial c}{\partial\omega}\sum\left(\frac{\partial}{\partial r}\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\partial\omega}}\right)^2+\frac{\partial^2 c}{\partial\omega\,\partial r}\sum\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\partial\omega}}\frac{\partial}{\partial r}\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\partial\omega}}=\frac{\partial c}{\partial\omega}\frac{1}{p^2},$$

en appelant $\frac{1}{p}$ la torsion de la ligne géodésique $\omega=$ const., torsion qui est égale, ici, à la torsion géodésique correspondante et a, par conséquent,

pour valeur $-\sin\alpha\cos\alpha\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{R'}\right)$, en appelant R et R' les rayons de courbure principaux et α l'angle sous lequel la ligne géodésique coupe la section principale correspondante au rayon de courbure R. D'autre part,

$$\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\partial\omega}}\frac{\partial^3 u}{\partial\omega\,\partial r^2}=\frac{\partial}{\partial\omega}\left(\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\partial\omega}}\frac{\partial^2 u}{\partial r^2}\right)-\frac{\partial^2 u}{\partial r^2}\frac{\partial}{\partial\omega}\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\omega}};$$

d'où

$$\sum\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\partial\omega}}\frac{\partial^3 u}{\partial\omega\,\partial r^2}=\frac{\partial}{\partial\omega}\sum\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\partial\omega}}\frac{\partial^2 u}{\partial r^2}-\sum\frac{\partial^2 u}{\partial r^2}\frac{\partial}{\partial\omega}\frac{\frac{\partial u}{\partial\omega}}{\frac{\partial c}{\partial\omega}}$$

$$=-\frac{\frac{\partial c}{\partial\omega}}{\rho}\frac{\cos\theta}{\rho_1'}=-\frac{\frac{\partial c}{\partial\omega}}{\rho\rho_1},$$

en appelant $\frac{1}{\rho}$ la courbure de la ligne géodésique $\omega=\text{const.}$, qui est ici la courbure normale de la section correspondante; $\frac{1}{\rho_1'}$ la courbure de la circonférence géodésique $r=\text{const.}$; θ l'angle que la normale principale de cette circonférence fait avec la normale principale à la courbe géodésique $\omega=\text{const.}$, c'est-à-dire avec la normale à la surface; et enfin $\frac{1}{\rho_1'}$ la courbure de la section normale tangente à la circonférence géodésique $r=\text{const.}$

» Cela étant, nous avons

$$\frac{\partial^3 c}{\partial\omega\,\partial r^2}=-\frac{\partial c}{\partial\omega}\left[\left(\frac{\cos^2\alpha}{R}+\frac{\sin^2\alpha}{R'}\right)\left(\frac{\sin^2\alpha}{R}+\frac{\cos^2\alpha}{R'}\right)-\sin^2\alpha\cos^2\alpha\left(\frac{1}{R}-\frac{1}{R'}\right)^2\right]=-\frac{\partial c}{\partial\omega}\frac{1}{RR'}. \text{ »}$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur un mode de génération des ovales de Descartes proposé par Chasles.* Note de M. **Maurice d'Ocagne**, présentée par M. L. Lalanne.

« M. Chasles, dans la Note XXI de son *Aperçu historique*, indique plusieurs transformations qui conduisent à des ovales de Descartes. Il fait connaître, en particulier, le mode de génération suivant :

» ρ et ω étant les coordonnées d'un point M pris sur un cercle qu'on

rapporte à un système quelconque de coordonnées polaires, on prend le point M_1 défini par $\rho_1 = \frac{\rho^2}{a}$ et $\omega_1 = 2\omega$, a étant une constante ; le lieu du point M_1 est un ovale de Descartes dont un foyer est au point O, origine des coordonnées et pôle de la transformation.

» L'illustre géomètre se contente d'énoncer ce fait. S'il avait jugé pouvoir s'y arrêter un instant, il l'aurait certainement complété en ajoutant que *cette transformation ne conduit point à des ovales quelconques, ayant leurs trois foyers distincts, mais à des ovales à foyer double, c'est-à-dire à des limaçons de Pascal,* espèce de courbe qui n'est qu'un cas particulier des ovales de Descartes, comme il l'a remarqué le premier.

» C'est ce qui résulte du théorème suivant, auquel nous avons été conduit par une analyse directe, développée dans un Mémoire que nous allons publier sur ce sujet :

» *L'ovale, qui est le transformé d'un cercle quelconque, de centre* C, *a un foyer double provenant de la superposition des transformés des deux points où le cercle de centre* O, *orthogonal au cercle donné, coupe la droite* OC.

» Ces deux points peuvent d'ailleurs être réels ou imaginaires (suivant que le point O est extérieur ou intérieur au cercle donné); leur transformé est toujours réel.

» Laissant de côté la détermination géométrique du foyer double, qui résulte du théorème précédent, on peut se rendre compte *a priori* de l'existence de ce foyer par la remarque suivante : si le point M est représentatif de $z = x + y\sqrt{-1}$, le point M_1 est représentatif de $\frac{z^2}{a}$; la courbe (M_1) se déduit donc de la courbe (M) par la substitution de $\sqrt{az}$ à z dans l'équation en z de celle-ci ; par suite, si la courbe (M) est unicursale, la courbe (M_1) le sera aussi : c'est ce qui a lieu, en particulier, quand la courbe (M) est un cercle; la courbe (M_1) étant alors un ovale unicursal, on sait, d'après M. Darboux, que cette courbe est un limaçon de Pascal, c'est-à-dire un ovale à foyer double.

» En se fondant sur la transformation de Chasles, que nous venons de rappeler, on ne démontre donc pas des propriétés des ovales, en général, mais des propriétés du limaçon de Pascal ; nous avons obtenu par ce procédé un certain nombre de théorèmes relatifs à cette courbe, que nous développerons dans le Mémoire dont il a été parlé plus haut. »

CHALEUR. — *Sur la mesure des chaleurs spécifiques et des conductibilités.* Note de M. **Morisot**, présentée par M. Desains.

« Dans une Note présentée à l'Académie le 5 avril 1880, et, plus tard, dans une Thèse soutenue devant la Faculté de Paris (29 juillet 1882), j'ai exposé les premiers résultats de l'étude que je poursuis sur la variation des températures de deux corps en présence.

» Entre autres données de ce travail, je dois rappeler la formule qui représente la marche des températures de deux corps homothermes. Désignant par x la température du corps froid, et par y celle du corps chaud, on a

$$(1)\qquad \begin{cases} y = Pe^{-mt} + Qe^{-nt}, \\ x = Me^{-mt} - Ne^{-nt}. \end{cases}$$

M, N, P, Q, m, n sont des paramètres constants. J'avais admis la température de l'enceinte maintenue à 0°, comme *aussi celle de l'air ambiant.*

» Beaucoup d'expériences (*voir* la Thèse rappelée ci-dessus) ont donné des résultats concordant à $\frac{1}{100}$ de degré près, et pendant trente minutes environ, avec les valeurs calculées. Toutefois, en poursuivant les observations pendant un temps trois ou quatre fois plus long, comme je l'ai fait depuis, j'ai constaté un écart atteignant quelquefois $\frac{5}{100}$ de degré, c'est-à-dire beaucoup trop grand pour les applications que je veux faire de ma méthode. J'ai donc cherché une représentation plus exacte du phénomène naturel; c'est le résultat de ces nouvelles recherches que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» I. La marche des températures concorde pendant une centaine de minutes, à moins de $\frac{1}{100}$ de degré près, avec les valeurs déduites des formules

$$(2)\qquad \begin{cases} y = K + Pe^{-mt} + Qe^{-nt}, \\ x = H + Me^{-mt} - Ne^{-nt}. \end{cases}$$

» Ces formules diffèrent des premières par l'introduction des constantes H et K et par les valeurs numériques des paramètres M, N, P, Q, m et n.

» II. Cette marche des températures répond à la modification suivante introduite dans les hypothèses fondamentales. Admettons que l'air en contact avec le corps froid, au lieu d'être à 0° comme l'enceinte, ait une

température constante a. Il y aura lieu de distinguer alors pour ce corps froid une première déperdition (ρ) par rayonnement, et une seconde (σ) par contact avec l'air. De même, le corps chaud qui touche de l'air à la température supposée constante b aura une première déperdition (ε) par rayonnement, et une seconde (φ) par contact avec l'air. Les équations différentielles deviennent alors

$$(3)\qquad \begin{cases} -\dfrac{dy}{dt} = \dfrac{\lambda}{C}(y-x) + \dfrac{\varphi}{C}(y-b) + \dfrac{\varepsilon}{C}y, \\ -\dfrac{dx}{dt} = \dfrac{\sigma}{F}(x-a) + \dfrac{\rho}{F}x - \dfrac{\lambda}{F}(y-x). \end{cases}$$

Or ces équations donnent, par intégration, des fonctions y et x de la forme (2) indiquée par l'observation.

» III. J'ai fait la vérification directe suivante. Un thermomètre placé dans l'air ambiant, entre le corps froid et l'enceinte maintenue à 0°, indique d'abord un échauffement peu rapide, puis une température stationnaire très basse, et enfin un refroidissement extrêmement lent. Ces faibles variations, s'appliquant à la très petite masse de l'air, justifient la petitesse de l'erreur commise en admettant a et b constants. J'ai, du reste, effectué les calculs complets, en admettant, par exemple, a variable. Ils sont beaucoup plus longs sans donner un accord plus grand avec l'expérience. Je pense donc qu'il faut se contenter des formules (2).

» IV. Les calculs qui donnent les chaleurs spécifiques C et F et la conductibilité λ conservent la même forme qu'avec les formules (1). Quant à la détermination des paramètres à l'aide des observations, voici la marche très simple que je suis ordinairement.

Soient quatre groupes d'observations simultanées

$$x_0,\ y_0 - x_1,\ y_1 - x_2,\ y_2 - x_3,\ y_3,$$

faites à des intervalles de temps égaux à ψ. On a

$$\frac{C}{F} = \frac{(x_1-x_2)^2 + (x_1-x_0)(x_2-x_3)}{(y_1-y_2)^2 - (y_0-y_1)(y_2-y_3)}.$$

Chaque valeur différente de ψ fournit une détermination de $\frac{C}{F}$. On tire donc d'une même expérience des résultats qui peuvent être assez nombreux et donner une moyenne d'autant plus probable qu'ils sont plus concordants.

» Ce calcul suffit pour déterminer les valeurs spécifiques. Si l'on veut,

de plus, la conductibilité et les autres éléments physiques, on choisi pour calculer les paramètres, la valeur ψ qui donne pour $\frac{C}{F}$ le nombre le plus voisin de la moyenne générale. On emploie ensuite ces paramètres comme je l'ai indiqué dans ma première Note et dans ma Thèse. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une méthode pratique pour la comparaison photométrique des sources usuelles diversement colorées.* Note de M. **J. Macé de Lépinay**, présentée par M. Desains.

« Le problème dont je me suis proposé de donner une solution pratiqu est l'un de ceux qui ont été posés par le Congrès international des électriciens [1].

» La comparaison photométrique directe de deux sources diversemen t colorées est toujours possible [2]. Elle est même relativement facile dans le cas des sources usuelles, dont les colorations ne sont jamais extrêmement différentes. Mais, même dans ce cas, elle exige une certaine habitude, une certaine éducation de l'œil : c'est là un grave inconvénient, que je me suis proposé de faire disparaître.

» Je m'appuie à cet effet sur la loi suivante, énoncée par Becquerel [3] et qui a servi de point de départ à M. Crova dans ses recherches sur la mesure optique des hautes températures [4] :

» *Quand des corps de même température et de pouvoirs émissifs différents sont placés dans une enceinte obscure, ils émettent des lumières d'intensités très différentes, mais de même composition.*

» Cette loi, ainsi que M. Crova l'a fait remarquer, est directement applicable aux sources lumineuses usuelles, qui, toutes, sont constituées par des particules solides rendues incandescentes par la haute température à laquelle elles sont portées.

» Soit dès lors I l'intensité [5] de l'une de ces sources, déduite de sa

---

(1) *Comptes rendus des séances du Congrès*, p. 150.

(2) Voir *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIV, 1881, et t. XXX, 1883; *Journal de Physique*, 2e série, t. II, p. 64; 1883.

(3) *La Lumière*, t. I, p. 78.

(4) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XIX, 1880.

(5) On est en droit d'employer l'expression d'*intensité*, car je me suis assuré à plusieurs reprises que l'intensité du phénomène de Purkinje (*Journal de Physique, loc. cit.*) est nulle ou du moins inappréciable, même dans le cas le plus défavorable, de la radiation solaire comparée à l'étalon Carcel.

comparaison directe avec l'étalon Carcel. Désignons, d'autre part, par R l'intensité, mesurée au spectrophotomètre, de l'une de ses radiations rouges, de longueur d'onde déterminée, rapportée à celle de la radiation de même espèce de l'étalon Carcel, et par V l'intensité, définie de même, de l'une de ses radiations vertes. Si l'on substitue à cette première source une autre de même température, les trois quantités I, V et R resteront proportionnelles, et par suite, pour toutes ces sources, les deux rapports $\frac{I}{R}$ et $\frac{V}{R}$ conserveront les mêmes valeurs.

» Si nous imaginons, d'autre part, que la température de la source étudiée vienne à varier d'une manière continue, il en sera de même de la composition de la radiation qu'elle émet, et, par suite, les deux rapports $\frac{I}{R}$ et $\frac{V}{R}$ varieront d'une manière continue. On est donc en droit de poser

$$\frac{I}{R} = f\left(\frac{V}{R}\right). \tag{1}$$

» Supposons dès lors que, par un nombre suffisant d'expériences, on soit parvenu à déterminer la nature de cette fonction, $f\left(\frac{V}{R}\right)$: il suffira, pour pouvoir calculer au moyen de l'équation (1) l'intensité d'une source usuelle quelconque, de mesurer R et V :

» *Il est donc possible de substituer à la mesure directe de l'intensité d'une source deux mesures d'intensités de radiations de même espèce.*

» Sous la forme indiquée, toutefois, la solution du problème ne serait pas encore pratique, car elle nécessiterait l'emploi, toujours délicat, d'un spectrophotomètre. Mais l'exactitude du raisonnement subsiste tout entière si nous substituons aux mesures relatives, comme on l'a supposé à des radiations de longueur d'onde déterminées, dans le rouge et dans le vert, des mesures effectuées au moyen du photomètre Foucault, en observant les ombres au travers de deux dissolutions, l'une rouge, l'autre verte, à la condition : 1° qu'elles soient toujours employées dans le même état de concentration et sous la même épaisseur; 2° qu'elles fournissent des radiations sensiblement simples, de telle sorte que, dans tous les cas (par exemple celui

---

(1) Une erreur de 1° ou 2° B. en plus ou en moins sur le degré de concentration de l'une ou de l'autre de ces dissolutions n'a aucune influence appréciable.

de la radiation solaire comparée à l'étalon Carcel), les deux surfaces comparées soient de même coloration.

» Les dissolutions qui m'ont paru remplir le mieux les conditions énoncées sont : une dissolution de perchlorure de fer pur, dans l'eau, à 38° B., et une dissolution de chlorure de nickel pur, dans l'eau, à 18° B. [1].

» En vue de déterminer par l'expérience la fonction $f\left(\frac{V}{R}\right)$, qui figure dans l'équation (1), on a effectué 52 mesures, en comparant successivement à l'étalon Carcel une lampe modérateur à cheminée droite, une lampe modérateur à cheminée coudée, une lampe à pétrole, la lumière Drummond, et enfin la lumière solaire, diffusée par un écran blanchi au sulfate de baryte. Ces dernières expériences ont été effectuées au voisinage du solstice d'été [1].

» Ne pouvant entrer ici dans le détail, ni des expériences, ni des calculs (effectués par la méthode des moindres carrés), je me contenterai d'indiquer la formule suivante, qui résume l'ensemble de toutes ces mesures :

$$\frac{R}{I} - 1 = 0{,}208\left(1 - \frac{V}{R}\right).$$

» C'est au moyen de cette formule qu'a été calculé le Tableau numérique suivant, parfaitement suffisant pour toutes les applications :

$\frac{V}{R}$.	$\frac{I}{R}$.	$\frac{V}{R}$.	$\frac{I}{R}$.
0,8	0,96	2,0	1,26
1,0	1,00	2,2	1,33
1,2	1,04	2,4	1,41
1,4	1,09	2,6	1,50
1,6	1,14	2,8	1,60
1,8	1,20		

» Pour montrer le degré d'exactitude que comporte la méthode proposée, je citerai tout d'abord les résultats d'une expérience de vérification, faite sur une lampe à incandescence de Schwann, de 12 volts ($i = 0^{amp},95$); on a trouvé $V = 0{,}167$ et $R = 0{,}184$. On en déduit, pour $\frac{V}{R} = 0{,}908$, $\frac{I}{R} = 0{,}98$,

---

[1] Toutes ces expériences ont été faites en partant du principe des clartés égales (ombres de même clarté). Je me propose de les reprendre en prenant pour point de départ le principe des acuïtés visuelles égales (voir *Journal de Physique, loc. cit.*).

et, par suite, $I = 0,180$: l'expérience directe a donné $I = 0,182$. Citons encore les résultats obtenus dans l'une des expériences, prise au hasard, relatives à la lumière Drummond. On a trouvé $V = 6,59$ et $R = 5,04$, d'où $\frac{V}{R} = 1,31$, et, par suite, $\frac{I}{R} = 1,07$ et $I = 5,39$. La mesure directe a donné $I = 5,43$. Les divergences, dans d'autres expériences, ont parfois été plus considérables, mais, même dans le cas du Soleil, elles n'ont jamais dépassé $\frac{1}{50}$. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence de la couleur sur la perception des différences de clarté.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« Plusieurs auteurs ont déjà essayé de déterminer la sensibilité de l'œil aux différences de clarté pour les diverses espèces de lumière simple, mais ils ont obtenu des résultats contradictoires.

» Une observation générale peut être présentée à ce sujet, c'est que, dans ces recherches, il est indispensable de donner aux couleurs employées *la même intensité lumineuse;* comme je l'ai encore prouvé récemment, l'éclairage absolu a sur la sensibilité différentielle une influence très considérable, et si l'on fait des expériences avec des couleurs d'intensité relative quelconque et indéterminée, on obtient, comme cela est arrivé, des résultats qui ne peuvent être comparables.

» Je me suis moi-même occupé de cette question durant cette année, et j'ai déjà communiqué certains résultats touchant la distinction des surfaces colorées sur fond blanc (9 avril 1883). Voici maintenant ceux qui concernent la perception des différences de clarté sur fond de même couleur que l'objet (1). Je me suis servi du photoptomètre différentiel dont j'ai indiqué le principe dans la dernière séance.

» J'ai pris, comme unité d'intensité lumineuse de chaque couleur, l'intensité nécessaire et suffisante pour produire une sensation lumineuse, en d'autres termes, le *minimum perceptible* (déterminé après vingt minutes de séjour dans l'obscurité). Il m'était facile, en éloignant suffisamment les sources lumineuses par rapport à l'instrument, de faire correspondre cette unité d'intensité lumineuse avec l'unité d'ouverture des diaphragmes graduateurs. L'objet à distinguer du fond était un carré de $0^m,007$ de côté, la

---

(1) Voir *Société des Sciences de Nancy*, 3 juillet 1883.

distance à l'œil, $0^m,20$. Les sources lumineuses étaient deux lampes Carcel. Les couleurs rouge, vert, bleu étaient obtenues par l'interposition des verres colorés définis dans ma Note du 23 avril 1883 [1]. Le jaune était obtenu par l'interposition d'une solution de teinture de curcuma étendue d'alcool et recouverte elle-même par un verre spécial de couleur vert clair, absorbant le rouge extrême et la région bleue; il restait la région jaune presque pure.

» J'ai d'abord comparé ces couleurs deux à deux sous la même intensité lumineuse, et j'ai vu que la perception des différences de clarté était plus facile pour le rouge que pour le jaune, pour le jaune que pour le vert, pour le vert que pour le bleu. La fraction différentielle augmente, en d'autres termes, avec la réfrangibilité des couleurs.

» J'ai répété ces expériences en prenant chaque couleur une à une et déterminant la valeur de la sensibilité différentielle pour différents degrés d'intensité lumineuse de cette couleur. En dressant la courbe des résultats obtenus, j'ai pu comparer entre elles les courbes fournies par les diverses couleurs et par la lumière Carcel pure. Cette comparaison confirme absolument la loi précédemment établie.

» De plus, ces résultats concordent avec ceux que j'ai communiqués précédemment pour la lumière blanche (10 décembre 1883), en ce qu'ils montrent la grande influence qu'exerce la clarté absolue du fond sur la perception des différences d'intensité; la fraction différentielle a toujours varié en raison inverse de *la racine carrée* de l'éclairage. Dans ces conditions, il est difficile de donner des valeurs types à la fraction différentielle caractérisant chaque couleur; mais on peut établir les lois suivantes :

» *Pour des intensités lumineuses semblables et pour un même objet d'expérience, la sensibilité différentielle dépend étroitement de la couleur (ou de la longueur d'onde).*

» *La sensibilité différentielle est plus délicate (ou la fraction différentielle moins élevée) pour les couleurs les moins réfrangibles.*

» A clarté égale, *c'est donc dans les couleurs les moins réfrangibles que nous distinguerons le mieux les formes des objets* [2].

---

[1] Rouge, longueur d'onde moyenne, $0^{\mu},650$; jaune, $0^{\mu},580$; vert, $0^{\mu},532$; bleu, $0^{\mu},460$.

[2] Comparer la loi énoncée récemment par MM. Macé de Lépinay et Nicati : *La distinction nette des objets est presque exclusivement due à l'éclairage produit par la moitié la moins réfrangible du spectre normal.* Ces auteurs attribuent une valeur constante à la fraction différentielle dans le rouge, l'orangé, le jaune, jusqu'au vert de longueur d'onde de $0^{\mu},537$, puis une valeur graduellement croissante jusqu'à l'extrémité du spectre.

» *La sensibilité différentielle pour la lumière de la lampe Carcel est intermédiaire entre celle du jaune et celle du vert.*

» Ces expériences sont longues et délicates; de plus, elles exigent l'usage de *lumières constantes;* c'est ce qui explique que je n'aie pu faire usage de rayons spectraux; à Nancy, le Soleil est fréquemment masqué, et l'on ne peut jamais compter sur la constance de son éclat; d'autre part, je ne connais pas de source intense et constante pouvant donner un spectre utilisable avec ma méthode. »

CHIMIE. — *Recherches sur la durée de la solidification du soufre surfondu* (suite). Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. Debray.

« Les expériences dont j'ai indiqué les principaux résultats dans une Communication récente [1] ont été réalisées toutes sur du soufre octaédrique qui n'avait pas encore été liquéfié. Considérons ce qui arrive lorsque le soufre sur lequel on opère a déjà été fondu et solidifié.

» 1° Soit d'abord du soufre qui a une fois éprouvé la fusion et dans lequel on a fait naître des octaèdres dont la durée de développement est, pour 10^{mm}, $1^m 9^s$ (si le soufre a été chauffé 5^m à $129°,5$, puis refroidi pendant 8^m à $100°,5$). En recommençant l'expérience sur ces octaèdres et faisant ainsi sept fusions et solidifications successives dans les mêmes conditions, on trouve $1^m 33^s$, $2^m 2^s$, $2^m 19^s$, $2^m 15^s$, $2^m 10^s$, $2^m 25^s$. L'examen de ces nombres fait voir que la durée de la solidification augmente dans les premières opérations, de manière à devenir à peu près double de la valeur initiale : c'est l'indice d'une modification qui rend le soufre moins apte à donner des octaèdres. Mais, à partir de trois opérations, l'effet produit ne s'accentue pas davantage; la durée de la solidification reste sensiblement constante. Les octaèdres sont, pour toutes les opérations suivantes, également aptes à donner des octaèdres, tandis que, dans le cas de la solidification des prismes, nous avons constaté que les fusions et solidifications successives avaient pour effet de rendre de plus en plus lente la production des prismes.

» 2° Prenons maintenant un tube en U dans lequel, par plusieurs cristallisations en octaèdres, le soufre a été amené à l'état de stabilité que caractérise une vitesse constante de solidification, transformons le soufre de l'une des branches en prismes pendant que nous produisons des oc-

---

[1] *Comptes rendus*, p. 1367.

taèdres dans l'autre : chauffons alors le soufre 5^m à $129°,5$, portons-le dans le bain de surfusion à $100°,5$, et, après 8^m, mesurons la durée d'accroissement des octaèdres dans les deux branches. Répétons trois fois l'expérience : en opérant sur la branche du tube qui a toujours contenu des octaèdres, nous trouvons $2^m 20^s$, $2^m 20^s$, $2^m 13^s$, tandis que nous observons dans l'autre branche $7^m 22^s$, $2^m 40^s$, $2^m 20^s$. On voit ainsi que le soufre, qui a été prismatique antérieurement, donne bien moins rapidement des octaèdres que s'il n'avait pas cessé d'être octaédrique, et il faut plusieurs fusions et solidifications successives en octaèdres pour le ramener à l'état stable dont nous avons constaté l'existence. Cet effet est encore plus prononcé si le soufre subit plusieurs solidifications en prismes avant d'être ramené à la forme octaédrique. Les prismes jouent donc, par rapport aux octaèdres, un rôle inverse de celui que jouent ces derniers vis-à-vis des prismes dont la production est beaucoup plus rapide dans un liquide provenant de la fusion des octaèdres.

» 3° Au lieu de prendre comme point de départ pour la production des octaèdres le soufre qui n'a pas encore été fondu, si l'on se sert de soufre ayant éprouvé un certain nombre de fusions et solidifications successives ou ayant été longtemps laissé à la température ordinaire, on trouve une valeur constante pour durée de la solidification. Avec du soufre chauffé 5^m à $129°,5$ et solidifié 8^m après immersion dans un bain à $100°,1$, j'ai trouvé que, pour un allongement de $0^m,01$, la durée était $2^m 36^s$. Deux jours après, dans le même tube et toutes choses égales d'ailleurs, elle était $2^m 34^s$. Deux jours plus tard, la température du bain de surfusion étant $100°,5$, sept opérations successives ont donné $2^m 30^s$, $2^m 30^s$, $2^m 24^s$, $2^m 32^s$, $2^m 29^s$, $2^m 30^s$. On arrive donc ainsi, par la solidification en octaèdres, à un état invariable que l'on n'obtient pas par la cristallisation en prismes.

» Ces différences que présentent les deux formes cristallines sont d'autant plus remarquables qu'elles se manifestent à des températures où la figure d'équilibre stable du soufre est la forme prismatique (comme je le démontrerai ultérieurement), tandis que la forme octaédrique est instable.

» Nous avons vu que le soufre octaédrique arrive rapidement à un état stable, tandis qu'il faut plusieurs jours pour que le soufre prismatique présente une stabilité analogue; ce fait s'interprète facilement si l'on remarque que le soufre prismatique se dévitrifie dans cet intervalle de temps lorsqu'il est abandonné à la température ordinaire, pour se transformer en éléments octaédriques.

» Ces divers résultats des expériences sur la solidification du soufre, soit prismatique, soit octaédrique, sont bien plus complexes que ceux que j'ai publiés sur le phosphore, dont la durée de solidification est indépendante de la température à laquelle on a chauffé, du temps pendant lequel on a maintenu le corps à cette température et de la durée du séjour dans le bain de surfusion, bien qu'aux températures élevées le phosphore éprouve une transformation très sensible en phosphore rouge. Cette constance de la durée de la solidification tient sans doute à ce que le phosphore rouge est insoluble dans le phosphore ordinaire fondu et se comporte comme un corps inerte. Dans le cas du soufre il n'en est plus ainsi : le corps éprouve, sous l'influence de la chaleur, des modifications allotropiques qui restent unies au soufre non transformé ; l'expérience prouve que ce liquide n'est plus identique au soufre que l'on a liquéfié aux plus basses températures. L'étude de la durée d'allongement des cristaux met en relief les changements survenus dans le liquide mixte et en particulier ceux que l'on détermine en chauffant le soufre vers 170°, température à laquelle se produit, selon les expériences de M. Berthelot, la quantité maxima de soufre insoluble dans le sulfure de carbone. »

CHIMIE. — *Seconde Note sur le sélénite chromique. Préparation du bisélénite;* par M. CH. TAQUET. (Extrait.)

L'auteur a obtenu un bisélénite de chrome, par l'action ménagée de l'acide azotique sur le sélénite neutre.

« Le bisélénite se présente sous forme de lamelles irrégulières, plus petites et d'un vert plus foncé que celles du sélénite de fer correspondant.

» Il est insoluble ou très peu soluble dans l'eau, soluble dans les acides ; il est décomposable par la chaleur, d'abord en sélénite neutre et acide sélénieux, puis en sesquioxyde de chrome et acide sélénieux. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome sur la pilocarpine.* Note de M. CHASTAING, présentée par M. Chatin.

« Lorsqu'à de la pilocarpine $C^{22}H^{16}Az^{2}O^{4}$, en solution chloroformique, on ajoute du brome, la liqueur s'échauffe et l'on constate immédiatement qu'un liquide huileux très dense se rassemble sous le chloroforme. Le mélange devient acide. Le chloroforme reste coloré par l'excès de brome et retient en solution une petite quantité d'un produit bromé qui se sépare

cristallisé, au bout de quelques jours, sur les parois de l'appareil où l'on a déterminé la réaction.

» En évaporant le chloroforme séparé du liquide dense et des cristaux, on obtient un certain nombre de nouveaux cristaux semblables aux premiers. L'évaporation doit être conduite lentement et terminée en présence de la chaux qui absorbe les vapeurs acides.

» Quant à la partie huileuse séparée primitivement, elle laisse, par évaporation rapide, un résidu d'aspect résineux d'une belle teinte jaune d'or foncé. Ce produit, repris par une très grande quantité de chloroforme, y cristallise par évaporation lente. En un mot, le produit formé est unique et complètement cristallisable. Les cristaux sont constitués par une masse de petits prismes microscopiques.

» L'analyse élémentaire leur assigne la formule brute

$$C^{22}H^{15}Az^{2}O^{4}Br^{5},$$

formule que, d'après l'ensemble des propriétés, il faut écrire

$$C^{22}H^{14}Br^{2}Az^{2}O^{4}, HBr, Br^{2},$$

le corps formé étant du bibromure de bromhydrate de pilocarpine bibromée.

» Au contact d'un métal, le cuivre par exemple, ce bibromure de bromhydrate cède une partie de son brome pour donner un bromure métallique; traité par l'oxyde d'argent, en présence d'eau et de chloroforme, il abandonne $3^{éq}$ de brome, et le chloroforme dissout la base bromée

$$C^{22}H^{14}Br^{2}Az^{2}O^{4}.$$

» Cette base présente l'aspect de la pilocarpine, mais est encore moins liquide; elle bleuit le tournesol, mais moins énergiquement que la pilocarpine. Elle précipite par le chlorure de platine.

» Le bibromure de bromhydrate de pilocarpine bibromée est inodore; exposé à l'air, il attire l'humidité et devient odorant; on perçoit alors une odeur d'éther bromhydrique. Ce corps s'altère donc sous l'influence de l'air, et le produit d'altération qui en résulte est plus pauvre en carbone que le composé primitif.

» L'action du brome sur la pilocarpine *en présence d'un peu d'eau* n'a pas donné de bibromure de bromhydrate de pilocarpine bibromée, mais le bibromure de bromhydrate d'une base faible, qui diffère de la pilocarpine par $2^{éq}$ de carbone en moins.

» Le carbone est, dans ce cas, éliminé à l'état de gaz carbonique, et le sel formé doit être représenté par la formule

$$C^{20}H^{14}Br^2Az^2O^4, HBr, Br^2. »$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les émétiques des acides mucique et saccharique.* Note de M. **D. Klein**, présentée par M. Wurtz.

M. Jungfleisch ([1]) a démontré que les émétiques de l'acide tartrique ne doivent pas être considérés comme des sels doubles, que ce sont les sels alcalins d'éthers acides de l'acide tartrique, envisagé comme alcool tétratomique. En partant de cette idée, nous avons pensé à préparer les émétiques des acides-alcools les plus voisins de l'acide tartrique, et nous avons pu préparer un certain nombre d'émétiques des acides mucique et saccharique. Nous avions signalé l'existence des émétiques de l'acide mucique dans une Note antérieure ([2]).

» *Mucate sodico-antimonieux.* — Quand on porte à l'ébullition une solution de bimucate de sodium et qu'on y projette, par portions, de l'acide antimonieux, celui-ci se dissout. Si l'on filtre et qu'on évapore la solution, il se dépose un sel amorphe un peu gélatineux, peu soluble à froid, soluble à chaud, qu'on peut purifier en le redissolvant dans l'eau chaude et le laissant se déposer par refroidissement.

» Ce sel amorphe, recueilli sur un filtre et desséché à 100°, forme une masse poreuse, blanche, de composition analogue à celle de l'émétique ordinaire. L'émétique est un tartrate double de potassium et d'acide antimonieux, ou plutôt, suivant la théorie de M. Jungfleisch, un tartro-antimonite de potassium. Le sel que nous avons préparé est un muco-antimonite de sodium

$$C^4H^4(OH)^3(SbO)(CO,ONa)(CO,OH).$$

	Calculé.	Trouvé. I.	Trouvé. II.
C...........	19,51	19,79	18,82
H...........	2,19	2,52	2,58
Na^2O........	8,54	9,02	9,63
Sb^2O^3.......	39,53	40,02	40,73

» L'échantillon (I) avait subi trois purifications, (II) une seule. La con-

([1]) *Journal de Pharmacie*, t. XXVI, p. 209.

([2]) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1802.

cordance est aussi complète que le permet la difficile purification d'un composé amorphe.

» Cet émétique se comporte à peu près comme l'émétique ordinaire, en présence d'une élévation de température.

» Maintenu à 150°, il perd 1^{mol} d'eau de constitution.

	Calculé pour 1^{mol}.	Trouvé.
Perte en H^2O	2,43	2,34

» A 185°, il perd 1^{mol},5.

	Calculé pour 1^{mol},5.	Trouvé.
Perte totale en H^2O à 185°.....	3,64	3,51

» Le sel redissous dans l'eau chaude reproduit le sel primitif.

» Au-dessus de 185°, le sel brunit et se décompose.

» *Mucate de potassium et d'acide antimonieux ou muco-antimonite de potassium.* — Se prépare comme le sel de sodium et présente absolument le même aspect. Sa composition, après dessiccation à 100°, est représentée par une formule identique

$$C^4H^4(OH)^3(SbO)(CO,OK)(CO,OH).$$

» *Observations.* — Une solution de bimucate d'ammonium dissout aussi l'acide antimonique.

» Quand on chauffe la solution doucement vers 50°, on obtient par refroidissement un sel pulvérulent; si au contraire on fait bouillir, le liquide se prend par concentration et refroidissement en une sorte de gelée, tout à fait semblable à une gelée de *colle forte*.

» La solution obtenue par l'ébullition filtre lentement et présente tous les caractères des colloïdes.

» Par l'ébullition avec l'acide antimonique, une solution de bimucate de potassium ou de sodium donne un liquide semblable au précédent, qui se prend en gelée par concentration et par refroidissement.

» Si, à une solution de mucate neutre d'ammonium, on ajoute du chlorure ferrique par excès, il se produit un précipité qui se redissout dans un excès d'ammoniaque. On obtient ainsi un liquide présentant la coloration des sels de fer au maximum : ce liquide se prend spontanément en gelée au bout de plusieurs jours. D'après M. Jungfleisch, il y aurait alors *saponification* de l'éther formé.

» Nous avons vérifié que les émétiques formés ne présentent pas un

pouvoir rotatoire appréciable, circonstance qui n'est nullement imprévue, l'acide mucique et ses sels étant dépourvus de pouvoir rotatoire.

» Une solution bouillante d'acide borique dissout beaucoup plus d'acide mucique que l'eau pure dans les mêmes conditions; il ne se forme aucune combinaison, comme pour l'acide tartrique, et la solution ne présente aucun pouvoir rotatoire [1].

» *Émétiques de l'acide saccharique.* — Les saccharates acides dissolvent les acides antimonieux et antimonique.

» Le saccharate de potassium paraît former des émétiques incristallisables avec ces deux acides.

» Nous continuons cette étude et espérons bientôt pouvoir communiquer de nouveaux résultats. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Troisième Note pour servir à l'histoire de la formation de la houille. Genre* Arthropitus *Gœppert;* par M. **B. Renault**, présentée par M. P. Duchartre.

« Les plantes qui constituent le genre *Arthropitus* sont arborescentes, à tige et rameaux articulés. Les articulations des tiges sont plus rapprochées que dans le genre *Calamodendron* et varient de $0^m,01$ (*A. approximata*) à $0^m,15$ (*A. Gigas*). Les rameaux, les feuilles, les racines sont disposés en verticilles. Les rameaux partent d'articulations isolées, non en séries successives et rapprochées comme dans le genre *Calamodendron;* toutefois, l'articulation non ramifère qui suit celle qui porte les rameaux est placée à une distance moins grande; les articulations reprennent ensuite leur allure habituelle jusqu'à une nouvelle émission de rameaux.

» Les coins ligneux ne sont pas entourés d'une gaine de cellules allongées, prosenchymateuses comme dans le genre *Calamodendron*, mais simplement séparés par une lame de tissu fondamental secondaire, très marquée dans les *A. bistriata, A. communis,* mais beaucoup moins apparente dans les *A. lineata, gallica, medullata,* etc., etc.

» Les trachéides qui constituent l'élément vasculaire du bois sont rayées, réticulées ou ponctuées, suivant les espèces; les rayons médullaires qui séparent les trachéides sont toujours formés de cellules plus hautes que larges.

---

[1] Nous rappellerons que, dans le cas de l'acide tartrique, on observe de remarquables modifications du pouvoir rotatoire, dues probablement à la formation de composés non isolables, modifications qui ont été étudiées par Biot.

» Le moulage formé par les argiles, les grès, lors du remplissage de la moelle presque toujours volumineuse, présente des cannelures longitudinales superficielles, plus profondes, plus accusées que dans le genre *Calamodendron*. Ce résultat est la conséquence de leur constitution anatomique; les reliefs des cannelures correspondent aux lames de tissu fondamental, qui s'engagent plus ou moins entre les coins de bois et les sillons à l'extrémité interne de ces derniers.

» Le liber ne possède que des éléments mous; l'écorce est généralement cellulaire, excepté dans l'*A. bistriata*, où l'on trouve à la périphérie des bandes parallèles hypodermiques.

» Les racines adventives possèdent un faisceau central bipolaire en forme de lame *orientée* dans le plan de l'axe de la tige.

» Je ne puis passer ici en revue toutes les espèces d'*Arthropitus* que j'ai retrouvées à l'état de houille; je ne citerai que les suivantes :

» *Arthropitus bistriata*. — Cette espèce est caractérisée par la présence, entre les coins de bois, de lames de tissu fondamental secondaire bien distinctes, s'étendant d'une articulation à l'autre et du centre à la périphérie. Les trachéides du cylindre ligneux sont rayées, et les cellules des rayons médullaires trois à cinq fois plus hautes que larges. Quand l'écorce a été conservée, ce qui est rare, elle présente à la périphérie des bandes parallèles de tissu hypodermique.

» Dans une lentille de houille qui m'a été envoyée par M. Fayol j'ai reconnu un fragment d'*Arthropitus bistriata*, offrant non seulement tous les caractères précédents, mais encore, en plus des bandes hypodermiques périphériques, un épiderme superficiel bien conservé, que les échantillons silicifiés eux-mêmes n'avaient pas montré jusqu'ici.

» Il est intéressant de comparer les dimensions des éléments organiques conservés par la silice et celles des mêmes éléments *houillifiés*, pris dans des espèces semblables.

» A l'état silicifié, les dimensions des trachéides sont, sur une coupe transversale, d'environ $0^{mm},045$ dans le sens du rayon et de $0^{mm},04$ dans le sens tangentiel; la distance des raies sur les parois des trachéides est de $0^{mm},0085$.

» Les cellules des rayons médullaires ont, en moyenne, une hauteur de $0^{mm},14$, une largeur de $0^{mm},045$ et une épaisseur de $0^{mm},03$.

» A l'état houillifié, la plus grande largeur des trachéides est de $0^{mm},025$ et leur épaisseur de $0^{mm},012$. On sait que les trachéides houillifiées ont leurs parois en contact et que le vide intérieur a disparu sous la double influence de la diminution de volume des parois et de la compression extérieure.

» La distance des raies est de $0^{mm},004$ à $0^{mm},005$.

» Les cellules des rayons médullaires présentent, en moyenne, les dimensions suivantes : hauteur, $0^{mm},06$; largeur, $0^{mm},025$; épaisseur, $0^{mm},01$.

» D'après ces données, la diminution de volume que les éléments organiques (formés primitivement de cellulose ou d'un isomère) ont subie en se changeant en houille est de $\frac{11}{12}$ du volume primitif.

» L'*Arthropitus Gigas*, remarquable par sa taille et la quantité de houille qu'il a laissée, a fourni les résultats suivants :

» Les trachéides silicifiées mesurent dans le sens radial $0^{mm},053$, dans le sens tangentiel $0^{mm},04$. La distance des *ponctuations* est de $0^{mm},014$.

» Les trachéides houillifiées prises dans la même espèce offrent les dimensions correspondantes : $0^{mm},008$, $0^{mm},026$; la distance des *ponctuations* est de $0^{mm},008$. La contraction des éléments est donc de $\frac{16}{17}$ environ du volume primitif dans l'*A. Gigas*.

» Cette contraction de la matière organique est due, pensons-nous, à une transformation extrêmement lente, opérée dans des conditions spéciales et indiquée encore aujourd'hui dans les houillères par le dégagement de produits, tels que l'acide carbonique, l'hydrogène protocarboné, etc., transformation dont il nous est possible de suivre les phases diverses, et qui fait passer la substance charbonneuse par des états de plus en plus fixes.

» Le retrait de la matière organique et son degré de conservation reconnaissable varient suivant les espèces de végétaux, la nature des tissus houillifiés et le degré de houillification plus ou moins avancé dans lequel se trouvent les échantillons soumis à l'étude. »

GÉOLOGIE. — *Sur la reproduction de la schistosité et du longrain.* Note de M. **Ed. Jannettaz**, présentée par M. Daubrée.

« Je crois inutile de redire les nombreuses expériences qui ont montré comment l'argile acquiert de la schistosité sous l'action de la pression et du laminage ; M. Daubrée les a condensées dans son Ouvrage intitulé : *Etudes synthétiques sur la Géologie expérimentale*. Je rappellerai seulement que beaucoup d'ardoises se clivent suivant une première direction plane en feuillets minces et tenaces, ce qui est le caractère de leur structure schisteuse, et qu'elles ont en outre une seconde direction plane de séparation facile, inclinée sur la première d'un angle variant de 60° à 90°, utilisée par les ouvriers pour le débit de ces matières en plaquettes propres à couvrir les toits et appelée *longrain* ou *fil*.

» Je rappellerai encore la relation que j'ai observée entre les axes de l'ellipsoïde isothermique et les directions de fissilité dans les roches schisteuses ([1]). L'axe de plus facile propagation de la chaleur est parallèle à l'intersection des deux plans du longrain et de la schistosité; le plus petit axe de l'ellipsoïde, parallèle à la direction de propagation la moins facile de la chaleur, est perpendiculaire au plan du longrain.

» Dans une Note précédente, j'ai montré que les roches schisteuses d'une même région soumises à l'action de la même cause modifiante offraient sur une section perpendiculaire au plan de la schistosité des courbes plus ou moins déprimées suivant leur composition minéralogique ([2]). Dans un même massif, près du village de la Paute, sur la route de Grenoble à Bourg-d'Oisans, les bancs calcaires ne paraissent pas offrir des variations de conductibilité calorifique, tandis que sur un plan perpendiculaire à leur schistosité les bancs purement argileux donnent des ellipses dont le grand axe est deux fois plus grand que le petit. J'ai montré, dans la même Note, comment le longrain reste souvent ignoré dans les roches, à cause du peu d'intérêt qu'on a eu à le chercher, mais comment les courbes isothermiques peuvent en déceler la trace sur le plan de schistosité, puisqu'elles alignent toujours leurs grands axes parallèlement à sa direction.

» J'ai pensé depuis qu'il serait intéressant de comparer le degré de l'ellipticité des courbes isothermiques aux pressions plus ou moins élevées qui peuvent déterminer dans l'argile ces variations de son pouvoir conducteur pour la chaleur ([1]).

» J'ai d'abord placé un cube d'argile humide, de $0^m,1$ de côté, dans une sorte de boîte parallélépipédique en fer à parois très résistantes, ayant environ $0^m,30$ de hauteur, $0^m,20$ de largeur et $0^m,12$ de profondeur. Une des parois verticales mobile pouvait être poussée vers le fond de la boîte, qui en réalité n'avait que cinq faces, la supérieure ayant été enlevée de façon à laisser la boîte ouverte dans le haut. Le bloc d'argile diminuait d'épaisseur à mesure que la paroi mobile se rapprochait de la face oppo-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 940, 1082, 1501; t. LXXVIII (27 avril 1874) et t. LXXXI, 20 décembre 1874. — *Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. I, p. 117; t. II, p. 264; t. III, p. 499; t. V, t. IX, etc.

([2]) *Comptes rendus*, année 1882.

([3]) Grâce à l'obligeance de M. Lebasteur, ingénieur chef du service des essais mécaniques à la Compagnie du chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée, et à la collaboration de M. Neel, directeur des essais, j'ai pu obtenir des pressions de 6000^{kgr} à 8000^{kgr} par centimètre carré.

sée; mais il s'étendait en largeur et en hauteur; il finissait par s'extravaser en forme de plaque de $0^m,01$ environ d'épaisseur. Les résultats de cette pression exercée sur plusieurs blocs ont été : 1° *développement de la schistosité*, comme le montre l'ellipse isothermique obtenue sur une section perpendiculaire à la plaque; le grand axe de l'ellipse est parallèle et le petit axe perpendiculaire aux faces comprimées de cette plaque; 2° *développement du longrain;* sur les faces de la plaque on produit comme courbe isothermique une ellipse dont le grand axe est parallèle à la direction que suit l'argile, lorsque la pression la force à sortir de la boîte par la paroi restée ouverte, et qu'on peut appeler la *direction d'extravasation ou d'écoulement.*

» En résumé, schistosité perpendiculaire à la pression, longrain parallèle à la direction d'écoulement, celle de la hauteur de la boîte. La pression sur chaque centimètre carré variant de 30^{kg} à 60^{kg}, le grand axe de l'ellipse obtenue sur le plan de schistosité a varié de 1,06 à 1,12. C'était surtout dans la partie poussée hors de la boîte que l'excentricité était la plus forte. Sur le plan même de la schistosité, parallèle aux deux faces de la plaque, perpendiculaire à la direction de la pression, l'ellipse avait un grand axe variant de 1,03 (parties inférieures) à 1,1 (parties supérieures de la boîte), en prenant le petit axe pour unité.

» Telle a été la première série de mes expériences. J'ai cherché ensuite à reproduire des masses analogues aux marnes de Bourg-d'Oisans, dont jai parlé au commencement de cette Note. J'ai comprimé dans des cylindres en acier hermétiquement clos, mais fermés à un bout par un piston mobile, des mélanges de calcaire et d'argile finement pulvérisés. La pression ici, à cause du petit diamètre intérieur des cylindres ($0^m,015$), a pu être poussée jusqu'à 8000^{atm}.

Parties d'argile.	Parties de calcaire.	Grand axe.
5	0	1,25
4	1	1,17
3	2	1,09
2	3	1,02
Calcaire pur		1,00

» Je me suis demandé enfin comment varierait l'excentricité de l'ellipse dans de l'argile soumise à différentes pressions. De l'argile pure, sèche, finement pulvérisée, a donné pour grands axes des ellipses : 1,034 à 2000^{atm}, 1,18 à 4000^{atm}, 1,25 à 8000^{atm}.

» J'ai comprimé la même matière dans des cylindres à diamètre plus considérable. Pour un diamètre de $0^m,06$, le grand axe était déjà de 1,17 à

3500^{atm}; il y a sans doute une réaction de la paroi latérale, mais c'est une question que je n'ai pas encore complètement élucidée.

» J'ai répété plusieurs de ces expériences sur le graphite, la stéatite ou poudre à gants, les métaux pulvérisés. La stéatite porphyrisée a formé après la compression une masse assez solide pour être taillée en plaques perpendiculairement à la surface sur laquelle avait agi le piston; elle ressemble à un schiste talqueux. Pour une pression de 4000^{atm}, le grand axe était trois fois plus grand que le petit. Du graphite pulvérisé m'a donné, dans les mêmes conditions, le rapport 2,7; à 8000^{atm}, l'ellipse était presque réduite à son grand axe. Le cuivre comprimé à l'état de poudre impalpable, telle que l'emploient les peintres, a fourni le rapport 3,5; le cuivre en limaille, 1,5; la limaille de laiton, 1,9; le zinc pulvérisé, 1,43 à 6000^{atm}; le grand axe était toujours perpendiculaire à la direction de la pression, parallèle à la schistosité.

» Les métaux comprimés à l'état de masses ne deviennent pas rapidement schisteux; il a fallu exercer une pression de 1500^{atm} sur de l'étain pour obtenir le rapport 1,07. »

GÉOLOGIE. — *Expérience relative au mode de formation de la bauxite et du gypse.* Note de M. STAN. MEUNIER.

« J'ai dit précédemment comment le chlorure d'aluminium ou le perchlorure de fer, agissant à froid sur le marbre blanc, donnent lieu à des imitations de la bauxite et du fer en grains. En remplaçant le chlorure d'aluminium par le sulfate d'alumine, on arrive à des résultats tout différents.

» Après plusieurs mois de contact, il s'est formé sur le marbre un enduit blanc mamelonné, accompagné d'un dégagement très paresseux d'acide carbonique. L'analyse montre dans cette sorte de croûte la présence de l'alumine, de la chaux, de l'acide sulfurique et de l'eau, mais il est facile de reconnaître qu'elle n'a pas une composition définie et résulte du mélange de plusieurs substances.

» Au microscope, on remarque d'abord une matière amorphe, soluble à froid dans une lessive étendue de potasse : il est probable qu'elle contient de l'hydrate d'alumine, mais sa solution a toujours donné la réaction de l'acide sulfurique comme si elle contenait un sous-sulfate.

» Avec cette matière amorphe, se montrent d'innombrables petits cristaux aciculaires, très actifs sur la lumière polarisée. Leur forme, leurs propriétés optiques y font, comme les essais chimiques, reconnaître du gypse,

ayant exactement la même allure que les petits cristaux de la pierre à plâtre saccharoïde des environs de Paris. Leur grosseur moyenne est d'environ $\frac{1}{100}$ de millimètre; ils sont six ou sept fois aussi longs.

» Enfin, on est frappé de la présence, au milieu des aiguilles gypseuses, de grains limpides et éclatants, relativement volumineux. Certains d'entre eux, qui atteignent $\frac{1}{10}$ de millimètre, sont sensiblement sphériques ou ellipsoïdaux; on constate qu'ils renferment un grand nombre d'aiguilles de gypse, englobées dans leur intérieur, et que la lumière polarisée rend encore plus visibles à cause de leur activité. Des boules de ce genre sont accolées entre elles par des sortes de goulots, qui leur donnent un aspect très bizarre. Parmi ces corps singuliers, il en est dont le pourtour, au lieu d'être courbe, devient polygonal, et l'on ne tarde pas à découvrir avec eux de véritables cristaux. Ceux-ci sont d'une netteté, d'une régularité et parfois d'une complication merveilleuses. Tous dérivent de l'octaèdre régulier et donnent l'idée de diamants microscopiques. Les octaèdres simples sont rares; on voit beaucoup de cubo-octaèdres; la modification dite *triforme* s'est rencontrée plusieurs fois, et j'ai noté un cristal à cinquante faces qui en est une complication : c'est un octaèdre dont les faces p sont représentées par huit hexagones, dont les arêtes b sont modifiées par trois facettes et dont les angles a sont remplacés par des troncatures consistant en polygones de seize côtés.

» Malgré la longue durée de l'expérience, les cristaux ainsi préparés étaient fort peu abondants et je n'ai pu en faire une analyse quantitative. Ils sont immédiatement solubles dans l'eau bouillante, et plus lentement dans l'eau froide : l'alcool ne les altère pas sensiblement et je me suis servi de ce véhicule dans les observations microscopiques. Des essais y ont montré clairement la présence de l'acide sulfurique, de l'alumine et de la chaux : peut-être pourrait-on les regarder comme une sorte d'alun, dont la formule reste à déterminer, et qui cristallise dans des formes analogues à celles des aluns proprement dits.

» Si l'expérience dont je viens de parler ne paraît pas de nature à éclairer le mode de formation des bauxites, on peut remarquer qu'elle ouvre un aperçu relativement au gypse. La présence simultanée de sulfate d'alumine (webstérite) et de gypse dans certains gisements, tels que l'argile plastique parisienne, paraît lui donner une certaine signification.

» Je saisirai l'occasion de cette Note pour annoncer que, en revisant d'anciennes collections du Muséum, j'ai constaté que des échantillons rapportés jadis par Cordier et qui sont catalogués comme *porphyre argileux décom-*

posé consistent réellement en bauxite. Ils proviennent du lieu dit Le Rougeas, à 2^{km} au nord de Cazouls-lès-Béziers, près de Narbonne (Aude). Ils appartiennent à quatre types différents, les uns blancs et tendres, d'autres compacts et rosés, d'autres ocreux avec des taches noires; d'autres enfin, oolithiques et rouges à la manière du fer en grains. J'ai soumis séparément ces roches à des essais chimiques : toutes ont montré la prépondérance de l'hydrate d'alumine. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les schistes amphiboliques à glaucophane de l'île de Groix.* Note de M. **Barrois**, présentée par M. Fouqué.

« L'île de Groix est formée essentiellement de micaschistes alternant avec des chloritoschistes, mais, en différents points de l'île, se trouvent des couches interstratifiées remarquables par la variété et la multiplicité des minéraux qu'on y rencontre. Dans ces couches dominent deux variétés d'amphibole distinctes de la hornblende des amphibolites du continent voisin. Elles contiennent, en outre, en plus ou moins grande quantité, de l'épidote, du rutile, du grenat, du sphène, du fer oxydulé, de la chlorite, de la calcite.

» La principale variété d'amphibole est la glaucophane en cristaux bleuâtres, polychroïques, allongés suivant l'arête $h^1 g^1$.

» Les faces du prisme sont très prédominantes. Le rutile est la seule inclusion qu'on y remarque avec certitude.

» L'amphibole verte est également très polychroïque, mais dans d'autres tons.

» L'épidote, très abondante, possède les formes et les propriétés optiques habituelles à ce minéral. Il est à remarquer cependant qu'elle ne paraît épigéniser aucune autre substance, et qu'elle ne présente pas le groupement en éventail habituel à l'espèce.

» Le grenat est fendillé comme s'il avait subi de puissantes actions mécaniques, et l'on peut suivre dans la roche la voie qu'il a suivie en se mouvant, après sa consolidation, au milieu des autres éléments encore plastiques.

» Les veinules de glaucophane sont coupées par celles d'épidote, et celles-ci par des veinules de quartz. L'ordre de consolidation peut être indiqué comme il suit :

» 1° Rutile, sphène, fer oxydulé, grenat;

» 2° Glaucophane, épidote, mica blanc, quartz;

» 3° Chlorite, amphibole verte. »

MINÉRALOGIE. — *Roche à anorthite de Saint-Clément, canton de Saint-Anthème (Puy-de-Dôme).* Note de M. F. GONNARD, présentée par M. Fouqué.

« J'ai signalé, dans le *Bulletin de la Société minéralogique de France* (n° 1, février 1883), l'existence, au sein des formations cristallines du sud-est du plateau central, d'une roche fort intéressante, découverte en 1875 dans le Morbihan (baie de Roguédas) par M. le comte de Limur. C'est parmi des échantillons provenant du village de Saint-Clément, canton de Saint-Anthême, dans le Puy-de-Dôme, d'une part, et des environs de Saint-Félicien, dans le nord de l'Ardèche, d'autre part, que j'ai eu presque simultanément occasion de reconnaître les similaires de la roche bretonne.

» Pour me borner, quant à présent, à celle du Forez, je dois dire d'abord qu'elle avait été observée par un minéralogiste auvergnat, mort il y a quelques années, M. l'abbé Vasson, qui en avait recueilli un certain nombre de blocs. Ceux-ci, désignés sous le nom de *roche à trémolite et à épidote* par M. Vasson, dont la collection appartient maintenant au grand séminaire de Montferrand, étaient accompagnés de la note suivante : « Gisement au levant de Saint-Clément, à 1^{km} du clocher, ou à cinq mi-» nutes dans un petit chemin qui conduit dans les bois. »

» Muni de cette indication, j'ai pu retrouver le gisement, bien que très limité, à cause de la culture. Il consiste, en effet, en un filon de $0^m,40$ à $0^m,50$ de puissance, qui affleure dans un petit ravin de 2^m à 3^m de large. et le coupe un peu obliquement. On y accède immédiatement après être sorti de Saint-Clément; le filon est à 200^m à peine du pont, voisin de l'église.

» L'étude pétrographique de Roguédas a été faite par M. C. Whitman Cross (*Studien über bretonische Gesteine*, 1880). Bien que lui ressemblant beaucoup, la roche de Saint-Clément m'a présenté diverses particularités qui m'ont paru mériter une mention spéciale et détaillée. La plus importante est relative à l'élément feldspathique.

» Dans une Note insérée au *Bulletin de la Société archéologique de Nantes*, M. Damour avait indiqué que la roche de Roguédas est à base d'anorthite. M. C. Whitman Cross semble n'avoir pas eu connaissance de ce travail et se borne à désigner le feldspath, qui est à l'état granulaire, sous la dénomination générale de *plagioclase*. A Saint-Clément, j'ai été assez heureux

pour trouver dans la roche, dont le faciès est d'ailleurs très variable sur un petit espace (1^m à peine), des veines où le feldspath s'est développé en cristaux assez volumineux (quelques-uns dépassent $0^m,03$ de largeur); mais ils sont empâtés dans un agrégat de wollastonite et de pyroxène et se pénètrent mutuellement. A l'affleurement, la wollastonite est altérée, friable et souillée de limonite, due au pyroxène dont le fer s'est suroxydé. L'anorthite présente des surfaces rugueuses, hérissées de fragments de wollastonite, blanchâtres et recouvertes de petites mouches dendritiques; toutefois, l'altération du feldspath est peu avancée (elle n'atteint pas $0^m,001$ d'épaisseur); mais les mesures goniométriques sont impossibles. Le noyau est sain, translucide et présente une cassure laminaire éclatante et nacrée, deux clivages donnant un angle de 94° environ; dureté 6, fusibilité difficile; densité prise sur des fragments bien triés et d'égale grosseur, 2,744. Ce minéral se dissout complètement dans l'acide chlorhydrique concentré, avec séparation de silice pulvérulente, et la liqueur donne les réactions de l'alumine, de l'oxyde de fer et de la chaux. Je n'ai pas recherché la magnésie, non plus que les alcalis. Je me réserve d'ailleurs de revenir sur cette étude dès que j'aurai pu me procurer de meilleurs échantillons.

» Dans l'agrégat granulaire de pyroxène et d'anorthite, j'ai remarqué que le feldspath a assez fréquemment une teinte rose chair analogue à celle des beaux échantillons du même minéral de Pesmeda, étudié par le professeur Vom Rath (*Der Monzoni, in Sudöstlichen Tirol,* 1875).

» En dehors de l'anorthite, qui paraît l'élément le plus important de la roche de Saint-Clément, il y a encore quelques remarques à faire, touchant les autres minéraux qui la constituent, et qui n'ont pas, à beaucoup près, la même importance, sauf le pyroxène.

» On peut regarder cette roche comme normalement composée d'anorthite et de pyroxène vert, plus ou moins foncé, et, par suite, la placer à la suite des eukrites. Le pyroxène semble parfois y jouer le rôle du mica dans les gneiss et, par l'interposition régulière de ses grains dans la masse, lui donne une apparence schisteuse. Le quartz, qui, dans la roche de Roguédas, est placé sur le même rang que l'anorthite et le pyroxène, m'a paru avoir, dans celle de Saint-Clément, beaucoup moins d'importance. J'en ai trouvé toutefois, dans les veines à gros cristaux d'anorthite, des masses en rapport de grosseur avec ce dernier minéral, et formant avec lui une sorte de pegmatite plagioclasique. Mais un élément particulièrement abondant à Saint-Clément est la wollastonite en longues fibres soyeuses, parfois

presque incolores, le plus souvent blanche, englobant les grains verts de pyroxène, quelques rares cristaux de sphène brun rougeâtre, et, en outre, non plus, comme à Roguédas, de rares baguettes d'égérane, mais de très brillants et très nets petits cristaux, transparents ou translucides, de vésuvienne brune. La wollastonite forme également de petites veines, de $0^m,002$ à $0^m,003$ d'épaisseur, et à peu près pures. Un dernier minéral intéressant de cette belle association est la hornblende en masses fibreuses vert foncé, en baguettes cristallines noires et en cristaux courts. Ce minéral, dans les veines à anorthite, s'isole en nids comme le mica dans les pegmatites.

» En terminant ce résumé succinct de l'étude macroscopique de la roche de Saint-Clément, je dois dire que, tandis que celle de Roguédas appartient aux roches cristallines schisteuses du Morbihan, celle-ci est enclavée dans le granite que Gruner considère comme typique dans le Forez, (quartz gris, orthose blanc opaque et mica brun ou noir), et qui, aux environs de Saint-Anthême, passe au granite à gros grains par la diminution de son mica et la prédominance de son orthose, en masses souvent volumineuses ».

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Chute de poussières cosmiques.* Note de M. **E. Yung**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers. (Extrait.)

« J'ai eu l'honneur de signaler à l'Académie, il y a quelques années [1], la présence constante, mais en quantité variable, du fer dans les sédiments atmosphériques, pluie et neige. Ce fer constitue, au milieu de la variété infinie de poussières organiques partout répandues, un élément sur lequel différents observateurs, MM. Nordenskiöld et G. Tissandier surtout, ont appelé l'attention....

» Depuis trois semaines environ, j'avais constaté, dans les produits de lavages de l'air que j'effectue dans la cour de mon laboratoire, en vue de l'étude des microbes, la présence de globules de fer en nombre exceptionnellement grand.

» Le mercredi 5 décembre, nous avons eu à Genève une assez forte chute de neige. J'en ai fait recueillir sur le clocher de la cathédrale de Saint-Pierre, ainsi qu'au sommet du mont Salève, au lieu dit *les Treize-Arbres*. Cette neige, une fois fondue, fut distribuée dans une série de longs vases cylindriques, où

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXIII, p. 242.

elle reposa pendant douze heures. Le fond de chaque tube se couvrit d'un dépôt poussiéreux, dans lequel je retrouvai les susdits globules de fer. Il en fut de même encore dans les poussières recueillies sur un plateau de verre enduit de glycérine, exposé contre le vent sur la jetée de notre port.

» Il paraît donc être tombé pendant la seconde quinzaine de novembre et le commencement de décembre, à la surface de notre globe, une pluie exceptionnellement forte de poussières métalliques, d'origine céleste, qui peut-être a joué un rôle dans la production du magnifique phénomène que chacun a pu admirer à cette époque après le coucher du Soleil. La présence de particules solides, extrêmement petites, tombant des espaces inter-planétaires et se rencontrant jusque dans les couches les plus élevées de notre atmosphère (où les poussières terrestres, fumées, cendres, etc., doivent être bien rares) rendrait compte de la persistance des lueurs crépusculaires longtemps après la disparition du Soleil. J'ajoute qu'une pareille pluie n'a peut-être de remarquable que son abondance. Par sa date, elle coïncide avec la période de fin novembre, qui est caractérisée chaque année par une plus grande quantité d'étoiles filantes. Les globules de fer seraient le produit de la rupture de plus gros météorites, des étoiles filantes microscopiques. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la coïncidence des phénomènes lumineux crépusculaires avec le passage des essaims cosmiques.* Note de M. CHAPEL. (Extrait.)

« Des colorations crépusculaires, analogues à celles des derniers jours de novembre, mais moins intenses, avaient été observées à Paris, au coucher du Soleil, les 10 et 11 décembre 1882, c'est-à-dire au moment où la Terre a rencontré la première chaîne cosmique de novembre, celle des Léonides (1).

» Je trouve dans une correspondance d'Espagne (2) que des manifestations de même nature ont marqué la période cosmique d'octobre (3) et qu'elles ont été caractérisées par une intensité extraordinaire....

» Avant le lever du Soleil, on observait quelque chose d'analogue. Ce phénomène paraît d'ailleurs avoir été aperçu de points du globe très éloignés les uns des autres, car on rapporte de Batavia (4) que, dans la soirée

(1) (11-13 novembre). Voir *Annuaire du Bureau des Longitudes.*
(2) Rapportée par le *Bulletin de la Société scientifique d'Argentan.*
(3) (19-25 octobre). Voir *Annuaire du Bureau des Longitudes.*
(4) *Het Vaterland* du 4 décembre 1883.

du samedi 20 octobre, plusieurs personnes ont vu le ciel briller d'une lueur de feu inaccoutumée dans la direction de l'ouest.

» Enfin je signalerai, comme rentrant dans le même ordre de faits, l'extraordinaire rubescence du disque lunaire observée dans la soirée du 27 juillet dernier, alors que la Terre rencontrait l'orbite du grand essaim de juillet.

» Pour expliquer ces singulières apparences, celles des derniers jours de novembre en particulier, plusieurs physiciens ont admis la présence anormale, dans les régions élevées de l'atmosphère, de poussières très ténues, *volcaniques* suivant les uns, *aqueuses* suivant les autres. Si l'on tient compte des coïncidences que je viens de signaler, on sera peut-être conduit à rechercher s'il ne conviendrait pas mieux d'attribuer à ces poussières une origine *cosmique*. »

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 décembre 1883.

Les champignons comestibles et vénéneux de la région de Montpellier et des Cévennes aux points de vue économique et médical; par L. Planchon. Montpellier, imp. Hamelin frères, 1883; in-8°.

La géographie médicale; par le Dr A. Bordier. Paris, C. Reinwald, 1884; in-8° relié.

La genèse et le développement du globe terrestre et des êtres organiques qui l'habitent; par le Dr J. Weinberg. Varsovie, imp. Ch. Kowalewski, 1884; in-8°.

Flore forestière de la Cochinchine; par L. Pierre, VIe fasc., 1er novembre 1883. Paris, O. Doin, 1883; in-f°.

Construction de l'occipital et de l'appareil hyoïdien dans la série des Vertébrés; par M. Lavocat. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, 1883; br. in-8°.

Sur la Note présentée à l'Académie des Sciences par M. le commandant Trève; par M. Bour. Lyon, imp. Storck, 1883; opuscule in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; huitième série, t. V, 1er semestre. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, 1883; in-8°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou; année 1882, n° 4; année 1883, n° 1. Moscou, A. Lang. 1883; 2 liv. in-8°.

Topographische en geologische beschrijving van een gedeelte van Sumatra's Westkust. Atlas. Amsterdam, C.-F. Stember, 1883; in-f°.

A new method of measuring heights by means of the barometer; by G.-K. Gilbert. Washington, government printing office, 1882; gr. in-8°.

Nuevo sistema planetario; por el prof. D.-A. Maria Morena. Barcelona, Ramirez y Ca, 1883; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 12 novembre 1883.)

Page 1028, ligne 10, *au lieu de* ce plan, *lisez* son plan d'appui.
» ligne 12, *au lieu de* même orifice, *lisez* centre du même orifice.
Page 1029, ligne 22, *au lieu de* de la, *lisez* de la vitesse de la.
» dernière ligne, *au lieu de* Z, Z^2, *lisez* z, z^2.
» » *au lieu de* $\frac{3}{8}$, *lisez* $\frac{3}{2}$.

(Séance du 19 novembre 1883.)

Page 1106, formule (9), *au lieu de* $2m'+1$, *lisez* $2n'+1$.
Page 1110, ligne 11, *au lieu de* de celle (20), *lisez* de celle (17), d'où (20).
Page 1111, ligne entre les formules (26) et (27), *au lieu de* $z^2 a\sqrt{3}$, *lisez* $za^2\sqrt{3}$.
» formule (27), *au lieu de* $\sqrt{2}\sqrt{3}$, *lisez* $\sqrt{2\sqrt{3}}$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 DÉCEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire en la personne de M. *Yvon Villarceau*, membre de la Section de Géographie et de Navigation, et il ajoute :

« M. Yvon Villarceau, élu à l'Académie le 17 juin 1867, est décédé hier 23 décembre après une courte maladie. Observateur exact et clairvoyant, calculateur habile, notre Confrère était doué d'aptitudes bien diverses. S'il ne fût devenu astronome et géodésiste des plus distingués, il eût été un brillant artiste. Élève de l'École Centrale, ingénieur au début de sa carrière, M. Villarceau se livre à des travaux de Mécanique. Bientôt, à l'Observatoire, des calculs sur le mouvement des étoiles doubles, sur les orbites de quelques planètes, sur la périodicité de certaines comètes, une observation, en Espagne, de l'éclipse totale de Soleil du 18 juillet 1860, le placent au rang des astronomes les plus considérés. Engagé dans des études relatives à la figure de la Terre, il s'applique à des déterminations rigoureuses de la longitude et de la latitude de différents points du sol de la France, qui le conduisent à prendre sa place dans la Section de Géographie et de Navigation.

» Notre Confrère demeurait si attaché à l'étude, que nous pensions pou-

voir encore attendre de ses efforts des résultats dignes d'occuper l'Académie. »

DISCOURS PRONONCÉS AUX FUNÉRAILLES DE M. YVON VILLARCEAU.

Discours de M. le Colonel Perrier,

au nom de l'Académie.

« Messieurs,

» La vie du cher et éminent Confrère à qui nous venons rendre les derniers devoirs a été consacrée tout entière à l'étude des questions les plus délicates de l'Astronomie, de la Mécanique et de la Géodésie. Sa mort est une grande perte pour la Science, un deuil véritable pour la Science française.

» C'est au nom de l'Académie des Sciences que je viens prononcer sur sa tombe une parole de regret et d'adieu.

» M. Antoine-François-Joseph-Yvon Villarceau naquit à Vendôme le 15 janvier 1813; après avoir terminé ses études au Collège de cette ville, il gagna Paris, où venait d'éclater la Révolution de 1830.

» Jeune, enthousiaste, épris de philosophie, de littérature, d'art et surtout de musique, il suivit assidûment les cours du Conservatoire, où il obtint, en 1833, un premier prix. A la même époque, il embrassa avec ferveur la doctrine de Saint-Simon, et devint, à Ménilmontant, l'un des adeptes de la nouvelle école.

» Rien ne faisait pressentir alors que ce jeune homme, ce Saint-Simonnien convaincu, deviendrait un jour l'un des maîtres de la Science contemporaine. Un événement imprévu allait bientôt décider de sa vocation.

» La même année, en effet, il partait pour l'Égypte avec Félicien David et allait y rejoindre la mission dirigée par Enfantin. C'est là, grâce au contact intime qui s'établit entre lui et les ingénieurs de la mission, surtout auprès de Lambert-bey, son maître et son ami, que se développa chez lui, avec une étonnante intensité, un goût irrésistible pour les Sciences.

» Rentré en France en 1837, il est admis à l'École Centrale, d'où il sort en 1840, le premier de la Section de Mécanique : la pensée de notre Confrère se reportait volontiers avec une sorte d'attendrissement sur ce premier succès de sa carrière scientifique.

» Les années suivantes, déjà possesseur d'une fortune indépendante et ainsi dégagé des soucis matériels de la vie, il s'adonne presque exclusivement à l'Analyse et à la Géométrie, afin d'acquérir l'instrument indispensable à quiconque veut aborder les hautes questions de la Mécanique et de l'Astronomie.

» Son premier Mémoire sur les comètes date de 1845; jugé digne d'être inséré au *Recueil des savants étrangers*, il appelle sur lui l'attention des astronomes et surtout celle d'Arago, qui, frappé de l'originalité de ses conceptions, lui offre, en 1846, une place à l'Observatoire de Paris, où il est resté jusqu'à la fin de sa vie, comme aide-astronome d'abord, puis, à partir de 1854, comme astronome titulaire.

» Pendant cette longue période de trente-sept ans, M. Yvon Villarceau a publié plus de cinquante Mémoires originaux d'Astronomie, de Mécanique, de Géodésie et même d'Analyse.

» Ce n'est pas le lieu ni le moment, devant le cercueil, d'exposer en détail les titres scientifiques qui lui valurent d'être nommé, en 1855, Membre du Bureau des Longitudes et Membre de l'Académie des Sciences en 1867.

» Qu'il nous soit permis, toutefois, pour rendre hommage à sa Mémoire, de rappeler les plus importants de ses travaux et d'en signaler les traits essentiels.

» En *Astronomie*, M. Yvon Villarceau nous a donné deux méthodes originales, dont l'une fondée sur des considérations purement géométriques, l'autre sur l'emploi des dérivées des angles de position et des distances pour la détermination et le calcul des orbites des étoiles doubles. Il a ensuite appliqué ces méthodes aux principales de ces étoiles et déduit de leurs mouvements la preuve de l'universalité des lois de la gravitation universelle.

» Le premier, il a démontré la périodicité et calculé les perturbations de la comète si intéressante de d'Arrest, retrouvée en 1857, sur ses indications, par Mac-Clear, au Cap de Bonne-Espérance.

» Il a donné aussi des méthodes nouvelles, fondées sur l'emploi des dérivées des longitudes et latitudes par rapport au temps, pour la détermination des orbites des comètes et des planètes, et calculé les éphémérides de vingt de ces astres.

» Dans la théorie de l'aberration, il a fait intervenir le mouvement propre du système solaire et montré que quatre déterminations du coefficient de l'aberration, relatives à quatre étoiles non situées sur un même

cercle, grand ou petit, de la sphère, suffisent théoriquement pour déterminer les trois composantes du mouvement de translation du système solaire, et pratiquement pour fixer une limite supérieure de la vitesse de translation du Soleil.

» Dans le domaine de l'Astronomie pratique, il a établi la théorie des instruments de précision, étudié toutes les causes d'erreur, systématiques ou accidentelles, et indiqué les méthodes propres à les éliminer sûrement.

» L'étude qu'il a faite des divisions du grand cercle de Fortin est un véritable modèle de sagacité et de précision scientifique.

» En *Mécanique*, M. Yvon Villarceau a produit plusieurs œuvres magistrales :

» Un Mémoire sur l'établissement des *Arches* de pont, où il expose une théorie des voûtes devenue classique, Mémoire accompagné de Tables étendues et de nombreuses applications numériques, un véritable travail de bénédictin ;

» La théorie de la stabilité des machines locomotives en mouvement, enseignée comme classique à l'École des Mines et applicable, de tous points, aux machines à cylindres horizontaux employées dans la navigation maritime et fluviale;

» La théorie analytique du gyroscope de Foucault, déduite des équations du mouvement d'un corps solide et établissant rigoureusement le fait de la rotation de la Terre;

» Un Mémoire sur le mouvement et la compensation des chronomètres, où il montre comment, en se fondant sur le théorème de Taylor étendu au cas de plusieurs variables indépendantes, on peut déterminer par l'expérience les six coefficients de l'expression qui représente la marche d'un chronomètre plus ou moins compensé. La méthode qu'il a indiquée pour rectifier les indications des chronomètres à la mer a reçu la confirmation la plus éclatante par douze années d'observations de M. le commandant de Magnac et a été exposée en détail dans le *Traité de nouvelle Navigation astronomique* publié en collaboration avec ce savant officier.

» Enfin, après avoir établi, le premier, une théorie générale applicable, sous de certaines conditions, à des masses oscillantes de forme quelconque, il a imaginé et fait construire un régulateur isochrone à ailettes, destiné à assurer la régularité du mouvement de rotation des équatoriaux, malgré des variations de force motrice variant de 1 à 6 et pouvant fonctionner à diverses vitesses du régime, moyennant la simple inclinaison de l'axe.

« Ce petit appareil est un véritable bijou, nous a dit souvent notre vieil ami et bien regretté Confrère Breguet; pour la première fois dans ma longue carrière, il m'est arrivé de voir un projet entièrement basé sur la théorie réussir du premier coup et donner des résultats véritablement surprenants. »

» C'est surtout dans ces deux derniers Mémoires que se manifeste d'une manière frappante le caractère original de l'œuvre scientifique de M. Yvon Villarceau. Géomètre sagace, analyste profond, quand un problème se pose à son esprit, il en édifie d'abord la théorie mathématique entendue dans le sens le plus large, mais, peu disposé à se contenter d'abstractions pures sans relation avec les phénomènes naturels, il appelle aussitôt l'expérience à son aide pour vérifier les déductions de la théorie. Ma constante préoccupation, aimait-il à répéter, est de concilier la pratique avec la théorie.

» En *Géodésie,* l'œuvre de M. Yvon Villarceau est aussi très considérable.

» C'est lui qui, le premier en France, a exécuté de 1861 à 1865, suivant un plan systématique, en huit stations principales de la Triangulation, des déterminations astronomiques de latitudes, longitudes et azimuts, afin de vérifier les opérations géodésiques et d'utiliser le réseau français dans les recherches délicates relatives à la figure de la Terre.

» Dans ces stations temporaires, choisies en rase campagne, avec un cercle méridien portatif, il a su appliquer, et même perfectionner, les méthodes adoptées dans les grands observatoires et a obtenu des résultats d'une précision extrême, qui n'a guère été dépassée jusqu'ici.

» La discussion de ces résultats l'a conduit ensuite à la découverte de trois théorèmes importants : le premier offre un moyen de contrôler les observations géodésiques en établissant une relation simple qui doit être satisfaite, quelles que soient les attractions locales, entre les longitudes et azimuts, calculés ou observés, d'un même point; les deux autres permettent de déterminer la vraie figure de la Terre, avec ou sans l'emploi des nivellements.

» Ces trois théorèmes semblent résoudre la plupart des difficultés jusque-là insolubles que l'on rencontre dans la comparaison des résultats de la Géodésie et de l'Astronomie, et ici encore nous constatons la trace de la préoccupation constante de M. Villarceau : l'accord de la théorie avec la pratique.

» La discussion approfondie des causes d'erreur, l'étude et la longue pratique qu'il avait acquise des instruments et des méthodes ont conduit

notre Confrère à affirmer qu'une seule erreur restait désormais à craindre dans les observations : l'erreur de réfraction due à l'atmosphère, et c'est afin de l'éliminer, ou du moins de l'atténuer presque indéfiniment, qu'il a eu l'idée de substituer aux observations de jour les observations nocturnes, dont la supériorité est aujourd'hui pleinement confirmée.

» Dans le même but, il avait proposé de déterminer les déclinaisons des étoiles fondamentales et d'obtenir à la fois le contrôle et l'accord désirés, en organisant, entre les deux pôles de la Terre, une série de stations astronomiques temporaires équidistantes, environ de 30°, et qui devaient être successivement occupées par le même observateur et le même instrument.

» Cet exposé rapide des principaux travaux de M. Yvon Villarceau suffit à montrer quel vide il laisse parmi nous, quelle trace profonde il a creusée parmi ses contemporains.

» Vous l'avez tous connu : totalement dépourvu de savoir-faire, adversaire de toutes les concessions sur le terrain scientifique, ne voulant ni ne pouvant s'astreindre à aucune coterie, fuyant les honneurs et la vaine popularité. Certes, il ne fallait pas attendre de lui cette banalité aimable qui se prodigue et pourtant sait rester indifférente à tout. C'était un homme austère, nerveux et impressionnable, d'un abord parfois difficile, mais aux convictions nettes, au langage ferme, et, si sa franchise paraissait quelquefois un peu rude, elle prenait du moins sa source dans les sentiments les plus élevés : l'amour de la Science et de la Vérité.

» Dans les dernières années de sa vie, à Paris, au milieu des amis fidèles et dévoués qu'il avait su grouper autour de lui, à Vendôme, dans la petite maison où il se retirait l'été pour y poursuivre plus utilement ses travaux, dans les voyages que nous avons faits ensemble vers les capitales de l'Europe où nous allions, avec notre Confrère M. Faye, assister aux réunions de l'Association géodésique internationale, il m'a été donné de pénétrer dans l'intimité de M. Villarceau et d'apprécier, comme elle méritait de l'être, cette nature un peu rigide, mais loyale et bienveillante, cet esprit cultivé, accessible aux conceptions les plus élevées, ayant beaucoup retenu parce qu'il avait beaucoup vu et toujours désireux de voir et d'apprendre.

» Il y a deux mois à peine que nous étions ensemble à Naples; un jour, il soufflait vent et tempête; malgré son âge, M. Yvon Villarceau voulut faire l'ascension du Vésuve et se fit porter sur les bords du cratère pour contempler de près cet étrange spectacle. Le soir du même jour, je l'entendis qui plaidait la cause du géomètre Wronski avec une ardeur toute juvénile auprès de l'un des maîtres de la Science italienne. On ne pouvait

guère prévoir alors la fin si prochaine d'une carrière qui promettait encore un avenir de travaux et de découvertes.

» M. Yvon Villarceau avait été très éprouvé, il y a une dizaine d'années, par la mort d'une femme tendrement aimée ; mais il a eu le rare bonheur, dans la dernière période de sa vie, de trouver une seconde compagne, femme de cœur et d'esprit, dont le dévouement affectueux lui a rendu les douceurs du foyer domestique en groupant autour de lui une seconde famille au milieu de laquelle il s'est éteint paisiblement, presque sans souffrance, avec la patience, le courage et la résignation d'un sage, n'ayant rien à rétracter, fidèle aux convictions de toute sa vie.

» Et maintenant, cher et regretté Confrère, laissez-moi dire, au nom de l'Académie, qu'elle perd en vous un de ses plus dignes représentants.

» Au nom de tous nos Confrères, au nom de tous ceux qui vous ont aimé, cher Confrère, adieu ! »

Discours de M. Faye,

au nom du Bureau des Longitudes.

« Messieurs,

» M. Villarceau était le plus ancien membre du Bureau des Longitudes. Sa dernière préoccupation a été pour nous : le seul souci de ses derniers moments était un travail que nous attendions de lui et qu'il n'a pu achever.

» Nous lui devons beaucoup, et ce ne serait qu'une manière bien imparfaite de nous acquitter envers lui que de rappeler ici, sur sa tombe, les travaux qu'il a entrepris pour le Bureau. Nous ferons plus pour sa mémoire en réalisant quelques-unes de ses conceptions favorites.

» Car c'était à la fois un observateur consommé et un profond analyste, deux qualités rarement réunies chez un même individu. Il disposait en maître de toutes les ressources de la Science mécanique. Nul n'était mieux armé que lui pour aborder les difficultés et les résoudre, et s'il lui a manqué quelque chose, ç'a été une de ces occasions qui s'offrent, une fois au plus par siècle, de changer d'un coup la face de la Science. Quelque élevé et difficile qu'eût été le problème, cette forte tête en aurait eu raison.

» Témoin la trace lumineuse qu'il laisse après lui, dans l'art de l'ingé-

nieur, dans la Chronométrie, la Navigation, la Mécanique, la Géométrie, l'Astronomie enfin, qu'il a toujours aimée par-dessus tout.

» Cependant, au terme d'une vie si bien remplie, M. Villarceau, affecté d'une infirmité qui tendait à l'isoler, aurait peut-être passé de bien tristes années, malgré l'estime de ses Collègues, s'il n'avait eu l'heureuse inspiration, la bonne fortune de confier son existence à une compagne excellente, digne de tous les hommages et de tous les respects, qui a su le rattacher au monde, rajeunir ses vieilles amitiés, lui en procurer de nouvelles, le guider avec sollicitude et lui faire entreprendre chaque année des voyages qui lui procuraient la douce satisfaction d'apprendre que son nom était honoré à l'étranger aussi bien qu'en France.

» Mais, malgré ces consolations que nous aimons à nous donner à nous-mêmes en songeant à la fin paisible de notre Collègue, le Bureau des Longitudes ne se sépare pas de M. Villarceau sans une vive douleur. Pour moi, après quarante années de confraternité scientifique, le moment de la séparation est bien rude. Le voilà pourtant arrivé! Adieu donc, cher Collègue, adieu pour un temps : votre souvenir vivra parmi nous et votre nom restera indissolublement lié à l'histoire de la Science française que vous avez honorée par vos travaux. »

Discours de M. Tisserand,

AU NOM DE L'OBSERVATOIRE.

« Messieurs,

» La perte de M. Yvon Villarceau sera vivement ressentie par l'Académie des Sciences, le Bureau des Longitudes et l'Observatoire, qu'il honorait par ses travaux.

» Plus de cent Mémoires approfondis, fouillés jusque dans leurs moindres détails, se rapportant aux sujets les plus variés : Géométrie, Mécanique rationnelle, Physique mathématique, Mécanique industrielle, Astronomie théorique et pratique, Géodésie supérieure; un nombre considérable d'observations astronomiques, dont la précision était universellement reconnue, tel est le fruit de quarante années de labeurs ininterrompus.

» Je viens, comme élève de M. Villarceau et au nom de l'Observatoire, rendre un dernier hommage à sa mémoire.

» En me bornant aux points les plus saillants de son œuvre considérable, je voudrais rappeler en quelques mots les services éminents qu'il a rendus à l'Astronomie française.

» Ses premiers travaux théoriques se rapportent aux étoiles doubles dont W. Herschel avait révélé les mouvements dans les premières années de ce siècle, ouvrant ainsi un champ nouveau à l'activité des astronomes, observateurs et calculateurs. Savary, Encke et J. Herschel avaient imaginé des méthodes ingénieuses pour le calcul des orbites des étoiles doubles; M. Villarceau en fit connaître une nouvelle, qui permettait de faire intervenir à la fois tout un ensemble d'observations; et, mettant à profit les riches matériaux accumulés par les deux Herschel et par les deux Struve, il parvint à fixer d'une manière précise les orbites de plusieurs systèmes binaires, choisis parmi les plus importants.

» Dans le cours de ces études, M. Villarceau avait été conduit à résoudre un problème nouveau et intéressant : Les mouvements observés dans les étoiles doubles permettent-ils d'affirmer que la loi de Newton, qui explique si bien les moindres déplacements dans notre système planétaire, s'étend nécessairement à ces mondes éloignés?

» Il avait montré que d'autres lois, plus complexes, beaucoup moins probables, permettraient de représenter les observations.

» Cette question curieuse a été posée, depuis, dans toute sa généralité, par M. Bertrand, et la solution, fournie par des géomètres distingués, est venue confirmer et compléter en certains points les résultats obtenus par M. Villarceau, vingt ans auparavant.

» Tous les astronomes connaissent l'admirable méthode de Gauss pour la détermination de l'orbite d'une planète à l'aide de trois observations. Laplace avait donné, de son côté, une méthode très belle et très simple, permettant d'employer, non plus trois, mais un nombre plus grand d'obvations, et de les faire concourir toutes à la détermination d'un résultat plus précis.

» M. Villarceau a repris la méthode de Laplace, l'a développée, modifiée dans des cas assez nombreux où elle ne pouvait être appliquée directement, et en a fait un usage heureux dans plusieurs circonstances.

» Il recueillit presque immédiatement le fruit de ses recherches en découvrant la périodicité de la comète de d'Arrest.

» Pour l'Astronomie d'observation, je rappellerai que, sous la direction de Le Verrier, c'est sur les plans de M. Villarceau que fut établi le grand équatorial de la tour de l'Ouest, qui réalisait alors un progrès considérable sur les instruments en usage dans les observatoires étrangers.

» Je ne puis songer à donner une idée, même imparfaite, de ses recherches délicates des moindres détails des instruments de Gambey, ni de son étude approfondie des petits instruments de Rigaud, à l'aide desquels il fit,

pour la Géodésie française, les travaux remarquables rappelés tout à l'heure par M. le colonel Perrier.

» Voilà, Messieurs, un ensemble de travaux qui auraient suffi à assigner à M. Villarceau une place distinguée parmi les astronomes les plus habiles et les plus zélés.

» Eh bien ! il me semble que là où son talent s'est montré dans toute son originalité, c'est surtout dans l'application qu'il a faite de ses connaissances profondes en Mécanique au perfectionnement des instruments astronomiques. A ce sujet se rattachent ses travaux remarquables sur le réglage et la compensation des chronomètres, sur la flexion des lunettes et sur les régulateurs isochrones.

» Dans le régulateur à force centrifuge de son invention, il avait calculé dans son cabinet les dimensions et les poids de toutes les parties de l'appareil, de manière à réaliser un isochronisme aussi satisfaisant que possible, lorsque le poids moteur viendrait à varier dans le rapport de 1 à 6. L'artiste chargé de l'exécution du travail — c'était notre regretté Confrère, M. Breguet — devait ne modifier en rien les dimensions calculées. Les résultats obtenus furent des plus remarquables, et M. Breguet émerveillé disait : « C'est la première fois qu'il m'est arrivé, dans ma longue carrière, de » voir réussir du premier coup un projet entièrement basé sur la théorie. »

» Un jour cependant, pour l'un des appareils, M. Villarceau eut un moment d'anxiété; les diagrammes recueillis par M. Breguet présentaient des écarts assez faibles, à la vérité, mais cependant supérieurs à ceux qui avaient été prévus; M. Villarceau revoit ses formules et ses calculs numériques, et n'y trouve aucune erreur ; M. Breguet, de son côté, inspecte l'appareil dans toutes ses parties ; il finit par découvrir qu'une petite pièce accessoire n'avait pas reçu les dimensions indiquées : on remplaça la pièce et, du coup, l'accord se trouva rétabli.

» D'autres personnes vous parleront, avec plus de compétence que je ne saurais le faire, des recherches de M. Villarceau dans le domaine de la Mécanique appliquée, de son Mémoire sur l'établissement des arches de pont, de sa théorie de la stabilité des machines locomotives en mouvement, deux travaux justement appréciés des ingénieurs, et dont les conclusions ont été adoptées depuis longtemps dans la pratique.

» Cette revue rapide, et très incomplète, montrera cependant, je l'espère, toute l'étendue de la perte que nous venons de faire.

» L'ardeur scientifique de M. Villarceau était restée tout entière, et nous pouvions attendre encore de lui des travaux importants et des conseils auxquels sa longue expérience aurait attaché le plus grand prix. Une ma-

ladie, causée peut-être par les fatigues de son récent voyage à Rome, l'a emporté en quelques jours, malgré les soins les plus tendres et les plus dévoués dont il a été entouré jusqu'à ses derniers moments.

» Après avoir parlé du savant, je voudrais dire quelques mots de l'homme. Son caractère était franc et loyal; la conviction profonde qu'il avait de l'exactitude de ses travaux l'entraînait peut-être à les soutenir, à les défendre avec une certaine vivacité; mais ceux qui, comme moi, l'ont connu dans l'intimité ont pu apprécier les qualités de son cœur, et savent qu'il n'avait qu'une passion, celle de la Science, qu'il mettait au-dessus de tout. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. Faye présente à l'Académie, au nom du Bureau des Longitudes, l'*Annuaire* de l'année 1884.

« Ce Volume contient des détails complémentaires sur l'histoire des comètes parues dans ces dix dernières années, documents dont on ne trouverait nulle part ailleurs la réunion.

» Il se termine par une Notice de M. Faye sur les grands fléaux de la nature, le Rapport de M. Janssen sur l'éclipse du 6 mai dernier, qu'il est allé observer dans l'océan Pacifique, et les discours prononcés aux obsèques de notre regretté Confrère M. Breguet.

» M. Faye saisit cette occasion de remercier, au nom du Bureau des Longitudes, les savants collaborateurs qui ont bien voulu enrichir son *Annuaire* de documents précieux pour les statisticiens, les ingénieurs, les géographes et les laboratoires de nos Facultés, à savoir : MM. Sudre, Des Cloizeaux, Damour, Fizeau, Berthelot, Marié-Davy, Levasseur et Mascart. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du gallium* [1]. Note de M. Lecoq de Boisbaudran.

« *Séparation d'avec la terbine, l'ytterbine et la terre provisoirement appelée* Y_α *par M. de Marignac.* — Je dois à l'obligeance de M. de Marignac les précieux échantillons de ces trois oxydes, qui manquaient dans mon

---

[1] *Comptes rendus*, p. 730, octobre 1883.

laboratoire lorsque j'ai étudié la séparation de la galline d'avec les autres terres de la famille de l'yttria.

» La terbine actuellement mise en œuvre a été extraite de la gadolinite; elle contient encore beaucoup d'yttria, d'holmine, d'erbine et de terre Y_α.

» Je me suis borné à l'examen des trois procédés suivants :

» 1° La solution chlorhydrique est traitée par un excès de potasse bouillante qui dissout la galline, dont on enlève les dernières traces aux terres en reprenant celles-ci par HCl et en renouvelant l'action de la potasse.

» 2° Dans la liqueur contenant $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de son volume d'acide chlorhydrique concentré, on précipite le gallium par le prussiate jaune de potasse. Les terres sont contenues dans le liquide filtré.

» 3° Une solution d'acide arsénieux et un excès d'acétate acide d'ammoniaque sont ajoutés à la liqueur qu'on fait ensuite traverser par un courant d'hydrogène sulfuré. Le gallium est retenu par le sulfure d'arsenic d'où il est extrait, ainsi qu'il a été dit plusieurs fois déjà, dans le cours de cette étude.

» Ce procédé convient surtout pour la recherche de petites quantités de galline mêlées à beaucoup d'oxydes terreux.

» *Séparation d'avec la scandine.* — Grâce à la générosité de M. Clève, j'ai pu examiner aussi cet oxyde encore très rare. La séparation du scandium d'avec le gallium s'obtient fort convenablement au moyen des deux méthodes suivantes, mais elle ne réussit pas par l'emploi du prussiate de potasse.

» 1° La scandine est précipitée par la potasse bouillante, qui dissout aisément la galline. Pour être exact, on reprend la scandine par HCl et l'on traite de nouveau par la potasse.

» 2° On précipite le gallium par l'hydrogène sulfuré dans un liquide contenant de l'acide arsénieux et un excès d'acétate acide d'ammoniaque. L'emploi de cette méthode est avantageux quand il n'existe que peu de galline dans la matière à analyser.

» *Séparation d'avec le fluor.* — 1° Le chlorure de gallium n'est pas précipité par le fluorure d'ammonium dans une liqueur acidifiée par HCl. On profite de cette propriété pour séparer le gallium à l'état de prussiate en opérant, à froid ou à une douce chaleur, sur une solution contenant $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de son volume d'acide chlorhydrique concentré. Dans le liquide filtré, le fluor est recherché et dosé par les méthodes connues.

» On retrouve ainsi : soit très peu de gallium mêlé à beaucoup de fluorure alcalin; soit très peu de fluorure mêlé à beaucoup de sel gallique.

» 2° Quand on ne tient pas à doser le fluor directement, on peut se

contenter de chauffer la matière avec un excès d'acide sulfurique jusqu'à production abondante des vapeurs blanches sulfuriques. Le gallium s'extrait du résidu au moyen d'un des procédés antérieurement indiqués. On peut aussi chasser le fluor par une fusion avec le bisulfate d'ammoniaque. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de candidats qui doit être présentée à M. le Ministre du Commerce, conformément à l'arrêté ministériel du 9 octobre 1883, pour la chaire de Géométrie descriptive devenue vacante au Conservatoire des Arts et Métiers, par suite du décès de M. *de la Gournerie*.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 32,

M. Rouché obtient	31 suffrages.
M. Brisse »	1 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 38,

M. Brisse obtient	35 suffrages.
M. Lebon »	2 »
M. Léauté »	1 »

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre du Commerce comprendra :

En première ligne	M. Rouché.
En seconde ligne.	M. Brisse.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. A. Mackensie-Cameron adresse, de Melbourne (Australie), un Mémoire relatif à un mode de traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. H. Baillon prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la chaire de Culture, vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Pons-Brooks, faites à l'Observatoire d'Alger* ([1]); par MM. **Trépied** et **Rambaud**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1883.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite ☄ — ✶.	Déclinaison ☄ — ✶.
			m s	′ ″
Sept. 21.........	*a* 1595 B.D + 61°	8,1	— 1.10,22	+ 4.11,0
22.........	*b* 1682 B.D + 60	8,0	— 2. 6,97	— 6.26,4
26.........	*c* 1677 B.D + 60	9,5	+ 1.19,33	— 5.26,2
27.........	*d* 1727 B.D + 59	9,3	+ 0.29,07	— 2.53,1
Oct. 1.........	*e* 1638 B.D + 58	9,3	+ 4. 4,43	+ 6.22,5
4.........	*f* 1642 B.D + 58	9,3	+ 0.39,08	+ 2.11,1
5.........	*g* 1646 B.D + 58	8,0	+ 0.14,60	— 3.34,0
8.........	*h* 1689 B.D + 57	8,8	— 0.57,55	+ 8.21,1
8.........	*h* 1689 B.D + 57	8,8	— 0.55,20	+ 7.53,0
17.........	*i* 1876 B.D + 55	6,7	— 2.20,08	— 2.36,6
17.........	*i* 1876 B.D + 55	6,7	— 2.13,50	— 3.48,4
18.........	*j* 1874 B.D + 55	9,5	— 0.33,44	+ 1.13,7
19.........	*k* 1875 B.D + 55	9,5	+ 0.47,82	— 1.56,6
21.........	*l* 1839 B.E + 54	9,5	— 0.47,89	— 3.51,8
23.........	*m* 1848 B.D + 54	9,4	— 1.36,50	+ 2.15,2
24.........	*n* 1842 B.D + 54	9,3	+ 1.47,75	— 4.19,5
25.........	*o* 1903 B.D + 53	9,5	+ 1.22,64	— 1.46,8
29.........	*p* 1910 B.D + 53	7,5	+ 1.38,93	— 4.10,9
30.........	*q* 1916 B.D + 53	8,2	— 1. 0,06	— 0.35,3
Nov. 4.........	*r* 2036 B.D + 52	8,9	0. 4,98	— 0. 4,4
6.........	*s* 2202 B.D + 51	9,5	— 2.24,84	+ 2. 0,4
15.........	*t* 2676 B.D + 49	8,2	+ 1.23,89	+ 6.13,3
16.........	*u* 2682 B.D + 49	8,3	+ 0.14,88	— 3.39,8
21.........	*v* 2620 B.D + 48	8,1	— 1. 3,46	— 6.52,5
22.........	*w* 2633 B.D + 48	9,3	— 0.58,57	— 6.38,4
23.........	*x* 2645 B.D + 48	9,3	— 2.38,77	— 1. 4,7
23.........	*x* 2645 B.D + 48	9,3	— 2.32,64	— 1.27,9
24.........	*y* 2652 B.D + 48	6,5	— 1.10,24	— 2.22,0
24.........	*y* 2652 B.D + 48	6,5	— 1. 5,48	— 2.34,9
26.........	*z* 2915 B.D + 47	9,5	— 2.53,29	— 6.14,2

([1]) Les observations, jusqu'au 4 novembre, ont été faites par M. Rambaud; à partir du 4 novembre, par M. Trépied.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1883.	Étoiles de comp.	Ascens. droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Sept. 21....	*a*	16.26.29,60	−0,53	+60.56.11,2	+18,4	Zones de M. Krueger.
22....	*b*	16.27.25,73	−0,53	+60.53.30,8	+18,3	Id.
26....	*c*	16.24.25,8	−0,61	+60. 0. 6	+17,5	Id.
27....	*d*	16.25.31,36	−0,61	+59.43.51,9	+17,4	Id.
Oct. 1....	*e*	16.23.22,79	−0,66	+58.42.21,5	+16,5	Id.
4....	*f*	16.28.23,05	−0,67	+58. 8. 7,4	+16,6	Bonn, t. VI.
5....	*g*	16.29.26,76	−0,66	+58. 0.46,8	+16,5	Zones de M. Krueger.
8....	*h*	16.32.51,71	−0,63	+57.10.33,1	+16,4	Id.
17....	*i*	16.43.13,36	−0,61	+55.31.34,0	+16,0	Id.
18....	*j*	16.42.35,4	−0,62	+55.16.29	+15,6	B.D.
19....	*k*	16.42.36,7	−0,65	+55. 5.17	+15,4	B.D.
21....	*l*	16.46.59,2	−0,64	+54.44.51	+15,5	B.D.
23....	*m*	16.50.37,37	−0,62	+54.15.42,3	+15,6	Bonn, t. II.
24....	*n*	16.48.47,89	−0,64	+54.10.17,3	+15,1	Zones de M. Krueger.
25....	*o*	16.50.44,5	−0,63	+53.56.12	+15,1	B.D.
29....	*p*	16.57.25,04	−0,56	+53.12.56,7	+15,0	Bonn, t. VI.
30....	*q*	17. 1.45,5	−0,57	+52.58.32	+15,4	B.D.
Nov. 4....	*r*	17.10.54,0	−0,52	+52. 2.54	+15,5	Id.
6....	*s*	17.17.43,16	−0,47	+51.38.38,2	+16,0	Bonn, t. VI.
15....	*t*	17.36.34,79	−0,34	+49.56.55,1	+16,4	Arg. OE.
16....	*u*	17.40.34,36	−0,34	+49.55.17,6	+16,7	Id.
21....	*v*	17.57.53,65	−0,20	+48.58.49,3	+17,9	Bonn, t. VI.
22....	*w*	18. 1.14,31	−0,16	+48.46. 1,8	+18,1	Id.
23....	*x*	18. 6.24,77	−0,12	+48.27.37,2	+18,5	Rumker 6299.
24....	*y*	18. 8.31,01	−0,09	+48.15.42,9	+18,7	Lalande 33610.
26....	*z*	18.17.28,2	−0,02	+47.52.54	+19,3	B.D.

Positions apparentes de la comète.

Dates 1883.	Temps moyen d'Alger.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Septembre 21....	9.30.51	16.25.18,85	$\bar{1}$,977	+61. 0.40,6	0,056	12:7
22....	9.33.4	16.25.18,23	$\bar{1}$,979	+60.47.22,7	0,098	14:18
26....	8. 7.23	16.25.44,5	$\bar{1}$,919	+59.54.57	$\bar{1}$,531*n*	18:20
27....	9.24.7	16.25.59,82	$\bar{1}$,968	+59.41.16,2	0,229	16:16
Octobre 1....	8.46.31	16.27.26,56	$\bar{1}$,947	+58.49. 0,5	0,104	20:20
4....	7.57.20	16.29. 1,46	$\bar{1}$,912	+58.10.35,1	$\bar{1}$,434	10:9
5....	8.30.54	16.29.40,70	$\bar{1}$,935	+57.57.29,3	0,073	12:10

Dates 1883.	Temps moyen d'Alger.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Octobre 8....	8.27.36	16.31.53,53	$\bar{1}$,928	+57.19.10,6	0,145	10:10
8....	9.18.35	16.31.55,88	$\bar{1}$,941	+57.18.42,5	0,119	8:8
17....	6.37.21	16.40.52,67	$\bar{1}$,833	+55.29.13,4	$\bar{1}$,630*n*	12:18
17....	9. 5.33	16.40.59,25	$\bar{1}$,922	+55.28. 1,6	0,497	12:12
18....	6.51.46	16.42. 1,4	$\bar{1}$,854	+55.17.58	$\bar{2}$,045	22:24
19....	6.38.21	16.43.23,8	$\bar{1}$,830	+55. 3.36	$\bar{1}$,530*n*	22:24
21....	9.21.9	16.46.10,7	$\bar{1}$,909	+54.41.15	0,591	10:10
23....	6.51.51	16.49. 0,25	$\bar{1}$,856	+54.18.13,1	$\bar{1}$,854	20:20
24....	7.55.48	16.50.35,00	$\bar{1}$,901	+54. 6.12,9	0,312	18:18
25....	8. 6.41	16.52. 6,5	$\bar{1}$,902	+53.54.40	0,378	21:22
29....	9. 1.29	16.59. 3,41	$\bar{1}$,893	+53. 9. 0,8	0,606	12:14
30....	7.51.2	17. 0.44,8	$\bar{1}$,891	+52.58.12	0,361	6:6
Novembre 4....	8.18.22	17.10.48,5	$\bar{1}$,887	+52. 3. 5	0,519	20:20
6....	9.20.11	17.15.17,85	$\bar{1}$,865	+51.40.54,6	0,685	10:15
15....	6.27.18	17.37.58,34	$\bar{1}$,834	+50. 3.24,8	0,108	12:12
16....	6.12.50	17.40.48,90	$\bar{1}$,819	+49.51.54,5	$\bar{1}$,987	20:22
21....	8.27.55	17.56.49,99	$\bar{1}$,850	+48.52.14,7	0,656	14:7
22....	8.38.1	18. 0.15,58	$\bar{1}$,849	+48.39.41,5	0,650	19:10
23....	8.45.56	18. 3.45,88	$\bar{1}$,844	+48.26.51,0	0,664	10:17
23....	9.27.18	18. 3.52,01	$\bar{1}$,820	+48.26.27,8	0,744	9:20
24....	8.40.46	18. 7.20,68	$\bar{1}$,843	+48.13.39,6	0,660	10:15
24....	9.10.43	18. 7.25,44	$\bar{1}$,828	+48.13.26,7	0,719	10:15
26....	7. 6.29	18.14.34,9	$\bar{1}$,939	+47.46.59	0,381	12:9

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Pons-Brooks, faites à l'Observatoire de Paris avec l'équatorial coudé;* par M. **Périgaud**. Présentées par M. Mouchez.

Dates. 1883.	Étoiles.	Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Correction de l'éphéméride (¹).	Déclinaison apparente.	Correction de l'éphéméride (¹).	Nombre de comp.
		h m s	h m s	s	° ′ ″		
Déc. 17...	*a*	5.21.50	20. 0.14,55	+12,18	+39.22.20,7	−62″,6	4
18...	*b*	7.32. 7	20.11.49,50	+12,59	+38.32.50,7	−63,9	4

Positions des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Ascension droite moy. pour 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. pour 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a 38665 Lal	20. 4.38,83	+1,24	+39.27.17,8	+27,0	Radcliffe.
b 38989 »	20.11.48,19	+1,31	+38.32.23,2	+27,5	2 obs. mérid. Paris.

(¹) *Astronomische Nachrichten*, n° 2558.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Pons-Brooks, faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner de* 0m,160). Note de M. GONNESSIAT, présentée par M. Faye.

Dates. 1883.	Temps moyen de Lyon.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.	(O.—C.) Δα.	Δδ.	Nomb. de comp.	Étoiles de comp.
Nov. 24...	h m s 5.54.33	h m s 18. 6.54,26	$\bar{1}$,639	+48°.15′26″,8	0.279	s + 1,35	″ +28,6	6:6	1
27...	5.41.33	18.18.11,80	$\bar{1}$,711	47.33.50,7	0,248	+ 2,31	+20,1	10:10	2
Déc. 4...	5.30.31	18.48.19,91	$\bar{1}$,677	45.36.37,4	0,252	+ 4,59	+11,2	7:7	3
5...	5.35.49	18.53. 7,38	$\bar{1}$,681	45.16.31,3	0,279	+ 4,95	+ 8,3	10:10	4
8...	5.34.32	19. 8.10,69	$\bar{1}$,666	44. 9.45,7	0,294	+ 5,77	— 0,3	10:10	5
17...	8.34.26	20. 1. 2,40	$\bar{1}$,726	39.16.57,4	0,709	+10,45	—48,4	2:2	6
18...	5.38.13	20. 6.40,10	$\bar{1}$,606	38.39.14,5	0,376	+10,85	—50,7	10:10	7
20...	5.24. 3	20.19.44,86	$\bar{1}$,563	37. 5.15,4	0,378	+11,99	—69,5	10:10	8

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1883,0.

Étoiles de compar.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Déclinaison.	Réduction au jour.	Autorité.
1....	h m s 18. 8.30,60	s —0,10	+48°.15′.50″,0	+18″,6	Lalande 33610.
2....	18.19. 2,31	+0,01	47.30.33,3	+19,3	Rümker, 6478.
3....	18.53.39,47	+0,34	45.41.56,6	+21,9	Radcliffe, 4137 (6:4 obs.)
4....	18.52.56,45	+0,35	45.21. 4,2	+22,2	Bonn IV + 45° 2797.
5....	19. 7. 4,83	+0,51	44.20.43,7	+23,0	» + 44° 3075.
6....	20. 3.58,32	+1,19	39.24.35,5	+26,8	Weisse₂ 20h 83.
7....	20. 6. 1,94	+1,25	38.44.34,3	+26,9	Washington 8733′ (3:3 obs.)
8....	20.19.21,83	+1,42	37. 5.56,5	+27,6	Weisse₂ 20h 665.

» L'étoile 7 se trouve également dans Weisse : (Weisse-Wash.) +0s,10, — 6″,1.

» Les comparaisons (O. — C.) se rapportent à l'éphéméride de MM. Schulhof et Bossert, *Astr. Nachr.* 2546-58.

» 20 *décembre*. — Le noyau de la comète est bien condensé; la chevelure, limitée par un arc parabolique assez net, se continue par une faible traînée lumineuse visible jusqu'à 15′ du noyau, dans l'angle de position 330° environ, en sorte que l'ensemble de l'astre n'est pas symétrique. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur un développement particulier de la fonction perturbatrice.* Note de M. **O. Backlund**, présentée par M. Tisserand.

« J'ai l'honneur de proposer, dans cette Note, un développement de la fonction

$$\frac{1}{\Delta^s} = \frac{1}{(r^2 - 2rr'\cos v + r'^2)^{\frac{s}{2}}},$$

qui pourrait être de quelque utilité dans les applications numériques.

» En posant, avec M. Tisserand,

$$\cos v = z = \mu\cos x + \nu\cos y,$$
$$\mu + \nu = 1,$$
$$\frac{r}{r'} = \theta,$$

on aura

(1) $$\left(\frac{r'}{\Delta}\right)^s = \Sigma\theta^n P^{(n)}(s, z)$$

» Si l'on ordonne la série suivant les puissances de $2z$, il vient

(2) $$\left(\frac{r'}{\Delta}\right)^s = \sum\frac{E_n^{(s)}}{\Pi(n)}(2z)^n.$$

En nous arrêtant dans le développement (1) au terme $p+1$, nous aurons aussi dans la série (2) le même nombre de termes.

» Au moyen de la formule

$$(2z)^n = \sum\frac{4\Pi(n)}{\Pi(i)\Pi(j)\Pi(f)}\left(\frac{\mu^2}{i+1} + \frac{\nu^2}{j+1}\right)^f \mu^i\nu^j\cos ix\cos jy,$$

donnée par M. Radau (voir *Comptes rendus*, n° **21**, 19 novembre 1883), le développement cherché se présente sous la forme

$$\frac{1}{\Delta^s} = \frac{4}{r'^s}\sum\sum\frac{E_n^{(s)}}{\Pi(i)\Pi(j)\Pi(f)}\left(\frac{\mu^2}{i+1} + \frac{\nu^2}{j+1}\right)^f\cos ix\cos jy.$$

Quant aux fonctions E_n, on trouve qu'elles sont données par la formule

$$E_n^{(s)} = \frac{\theta^n}{\Pi\left(\frac{s}{2} - 1\right)}\Sigma(-1)^r\frac{\Pi\left(\frac{s}{2} + n + r - 1\right)}{\Pi(r)}\theta^{2r},$$

où le signe Σ s'étend de $r=0$ à $r=\frac{1}{2}(p-n)$ ou $\frac{1}{2}(p-n-1)$, suivant que $p-n$ est pair ou impair, toujours dans la supposition qu'on s'arrête au $p+1^{\text{ième}}$ terme du développement (1). De plus, je remarquerai qu'on a

$$\Pi\left(\frac{s}{2}+l\right)=\frac{s}{2}\left(\frac{s}{2}+1\right)\cdots\left(\frac{s}{2}+l\right)\Pi\left(\frac{s}{2}-1\right).$$

» Au moyen de Tables construites pour $s=3$ et $n=0, 1, 2, \ldots, 20$, le développement numérique des $E^{(s)}$ est facilité de beaucoup. Entre $E^{(s)}$ et $E^{(s+2)}$ il existe, en outre, des relations très simples.

» Après avoir fini mes recherches sur l'application du développement proposé à la théorie du mouvement des corps célestes, j'exposerai plus en détail les propriétés analytiques des formules. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les séries trigonométriques.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« M. Lindstedt a publié récemment, dans les *Comptes rendus* et dans les *Astronomische Nachrichten,* une solution nouvelle du problème des trois corps, qui lui permet d'exprimer les coordonnées des trois masses par des séries purement trigonométriques. Cet important résultat donne quelque intérêt à une remarque que j'avais faite dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 30 octobre 1882. J'avais montré, dans cette Note, qu'une série purement trigonométrique et toujours convergente peut cependant croître au delà de toute limite. Ainsi, même en supposant vaincues toutes les difficultés provenant des questions de convergence, le résultat de M. Lindstedt ne permettrait pas de conclure à la stabilité du système solaire, dans le sens rigoureux du mot.

» Je voudrais faire quelques observations au sujet de la belle méthode de M. Lindstedt. Ce savant astronome s'exprime comme il suit (1) :

« Sans entrer ici dans des discussions sur des conditions de convergences, nous supposerons que nos constantes aient des valeurs telles que nos développements soient *toujours* convergents. »

» Dans les *Astronomische Nachrichten,* au contraire, M. Lindstedt dit qu'il choisira ses constantes de telle façon que ses séries convergent *au moins pendant un certain intervalle de temps.*

---

(1) *Comptes rendus,* t. XCVII, p. 1278.

» Je me propose de faire voir :

» 1° Que si ces séries convergent pendant un intervalle de temps, si petit qu'il soit, elles convergeront toujours;

» 2° Qu'il n'est pas sûr qu'on puisse choisir les constantes de telle façon que les séries convergent;

» 3° Que les séries, même lorsqu'elles ne convergent pas, peuvent donner une solution du problème avec une approximation indéfinie.

» M. Lindstedt dit aussi qu'il a trouvé le véritable nombre des arguments qu'il faut introduire dans les expressions des coordonnées des masses. Cela n'a de sens que si les coordonnées ne peuvent se développer que d'une seule manière en séries trigonométriques convergentes, et c'est certainement là la supposition du géomètre de Dorpat. Je me propose de montrer que cette supposition est fondée, ce qui n'est pas évident *a priori*.

» Les séries de M. Lindstedt sont de la forme

$$\Sigma A_m \cos(\alpha_m t + \varpi_m) = \Sigma(B_m \cos\alpha_m t + C_m \sin\alpha_m t).$$

» Je les suppose convergentes pendant un petit intervalle de temps de part et d'autre de l'époque zéro. Il en résulte que les deux séries

$$\Sigma B_m \cos\alpha_m t, \quad \Sigma C_m \sin\alpha_m t$$

sont séparément convergentes ; et il s'agit évidemment d'une convergence *absolue*, puisque M. Lindstedt ne tient aucun compte de l'ordre des termes. Je dis que les deux séries sont toujours convergentes. C'est évident pour la première, puisque la série ΣB_m doit converger. Si maintenant la seconde converge pour une certaine valeur de t, il en sera de même de

$$\Sigma(C_m \sin\alpha_m t \times 2 \cos\alpha_m t) = \Sigma C_m \sin 2\alpha_m t.$$

» Ainsi, si la série converge dans un certain intervalle de temps, elle convergera dans un intervalle double ; il s'ensuit qu'elle convergera toujours.

» Il arrive quelquefois qu'une série trigonométrique, quoique toujours convergente, ne représente une fonction donnée que dans un intervalle limité. C'est ainsi que la série $\sum \frac{\sin nt}{n}$ ne représente la fonction $\frac{\pi - t}{2}$ que quand t est compris entre zéro et 2π. Mais ce ne saurait être ici le cas, car les séries de M. Lindstedt, substituées dans les équations du problème, y satisfont identiquement en admettant qu'elles convergent.

» Enfin, il ne peut pas y avoir deux solutions du problème; une même fonction ne peut pas être représentée par deux séries trigonométriques,

sans quoi l'on aurait identiquement

$$(1) \qquad \Sigma B_m \cos \alpha_m t + \Sigma C_m \sin \alpha_m t = 0.$$

» Mais j'ai démontré (*Comptes rendus*, t. XCV, p. 766) que la valeur absolue d'une série telle que celle du premier membre peut devenir au moins égale à $\frac{B_m}{4}$ ou à $\frac{C_m}{4}$. La démonstration ne s'appliquait, il est vrai, qu'à une série particulière, mais il est facile, par un artifice assez simple, de l'étendre au cas général. Ainsi une équation telle que (1) est impossible.

» Toutes ces suppositions de M. Lindstedt sont donc confirmées. Je ne crois pas qu'il puisse en être de même d'une autre hypothèse faite dans ce même Mémoire. Le savant astronome suppose que l'on pourra choisir les constantes de façon que ces développements soient convergents. Il est vrai que, pour certaines valeurs *particulières* des constantes, les distances mutuelles des trois corps peuvent être développées en séries trigonométriques convergentes (ne contenant même qu'un argument), ainsi que je l'ai démontré dans une Note du 23 juillet 1883. Mais il n'est pas évident, il est même improbable, que la convergence subsiste lorsque les valeurs des constantes sont suffisamment voisines de ces valeurs particulières. Je connais, en effet, des problèmes tout à fait analogues où la convergence n'a pas lieu.

» Mais, même si elles divergent, les séries de M. Lindstedt peuvent fournir une solution du problème avec une approximation indéfinie, c'est-à-dire que l'on peut trouver des séries convergentes dont les coefficients diffèrent aussi peu que l'on veut de ceux des séries de M. Lindstedt et dont la somme diffère aussi peu que l'on veut des distances mutuelles que l'on cherche à exprimer. C'est dans ce sens que la méthode de M. Lindstedt nous fournit une véritable solution du problème. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la génération des surfaces.* Note de MM. **J.-S.** et **M.-N. Vaněček**, présentée par M. Ossian Bonnet.

» **1.** Dans une Note publiée dans les *Comptes rendus* [1], nous avons démontré que :

» Quand les sommets l_1, l_2, l_3 d'un tétraèdre polaire par rapport à une surface du second ordre F parcourent respectivement les courbes L, M et

[1] 29 mai 1882.

une surface P, qui sont d'ordre l, m, p, le quatrième sommet l_4 décrit une courbe (l_4) d'ordre $4lmp$.

» Nous pouvons ajouter à ce théorème que les arêtes de ce tétraèdre engendrent des surfaces gauches, savoir :

» Les arêtes $l_1 l_2$ et $l_3 l_4$ engendrent des surfaces d'ordre $2lm$.

» Les arêtes $l_1 l_3$ et $l_2 l_4$ engendrent des surfaces d'ordre $3lmp$.

» Et les arêtes $l_2 l_3$ et $l_1 l_4$ engendrent des surfaces d'ordre $3lmp$.

» Les plans tangents de la surface L', polaire réciproque de L par rapport à la surface F, sont les plans tangents multiples d'ordre m, et les plans tangents de la surface M' sont les plans tangents multiples d'ordre l de la surface $(l_3 l_4)$.

» **2**. Dans la démonstration de l'ordre de la surface $(l_1 l_3)$, nous pouvons nous servir d'une courbe dont la génération peut être généralisée ainsi :

Étant donnée une surface gauche S *par trois courbes à double courbure* D, E, F *respectivement d'ordre* d, e, f, *nous pouvons transformer l'une de ces courbes directrices en une autre courbe d'ordre* $3def$ *située sur cette surface en coupant la droite génératrice de* S *passant par un point* p *de la courbe, qui doit être transformée, par le plan polaire de ce point par rapport à une surface du second ordre, en un point* p'. *Le lieu de ce point est la courbe demandée* (p').

» Si nous avons transformé la courbe F en la courbe (f'), cette courbe rencontre chacune des autres courbes $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{E}$ en $2def$ points et la courbe primitive $\mathfrak{F}$ aux points de rencontre de cette courbe avec la surface F. Ces points étant en nombre $2f$, ils sont multiples d'ordre ed.

» **3**. A l'aide de cette courbe, nous pouvons déterminer l'ordre d'une surface dont la construction est la suivante :

» Par un point p, faisons passer une droite pp' qui rencontre deux courbes $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{E}$ respectivement d'ordre d, e. Le plan polaire π du point p par rapport à la surface fondamentale F du second ordre rencontre la droite pp' en un point p' qui engendre une surface (p') quand le point p parcourt une surface donnée P d'ordre p.

» Une droite quelconque F se transforme, d'après le théorème précédent, en une courbe (f') d'ordre $3de$ qui rencontre la surface P en $3dep$ points qui fournissent les points d'intersection de la droite F avec la surface (p'). Cette surface est donc d'ordre $3dep$.

» On trouve aisément que les courbes $\mathfrak{D}$, $\mathfrak{E}$ sont les lignes multiples respectivement d'ordre ep et dp sur la surface (p').

» Nous avons donc ce théorème :

» *Quand le plan polaire d'un point quelconque* p *par rapport à une surface*

du second ordre coupe la droite passant par le point p et rencontrant deux courbes 𝔇, 𝔈 *d'ordre d, e en un point p', et quand le point p parcourt une surface* P *d'ordre p, le point p' engendre une surface d'ordre $3dep$.*

» 4. Considérons deux courbes 𝔇, L d'ordre d, l et une surface P d'ordre p.

» D'un point arbitraire l de la courbe L faisons passer une surface conique par la courbe 𝔇, qui rencontre la surface P en une courbe C. Le plan polaire λ du point l par rapport à une surface du second degré F rencontre cette courbe en des points qui déterminent avec le point l les droites génératrices d'une surface gauche (L_1).

» Cherchons le nombre des points de rencontre d'une droite E avec cette surface. La surface P et les lignes 𝔇, 𝔈 déterminent, d'après le numéro précédent, une surface (p') d'ordre $3dp$, qui rencontre la courbe L en des points auxquels correspondent les génératrices de la surface (L_1), qui rencontrent la droite E; par conséquent la surface (L_1) est du $3dlp^{\text{ième}}$ ordre.

» Donc :

» *Quand une droite ll' passe par un point l et rencontre une courbe* 𝔇 *d'ordre d, de telle manière que le point conjugué l' du point l par rapport à une surface du second degré se trouve sur une surface* P *d'ordre p, et quand le point l parcourt une courbe* L *d'ordre l, alors la droite ll' engendre une surface gauche du $3dlp^{\text{ième}}$ ordre.*

» 5. Supposons que l'on se donne une courbe gauche L d'ordre l et une surface développable 𝔇 de classe d.

» Par un point quelconque l de L passent d plans tangents à la surface D. Le plan polaire λ du point l par rapport à une surface du second ordre F rencontre ces plans en des droites L' qui engendrent une surface gauche S quand le point l parcourt la courbe L.

» Nous déterminons l'ordre de cette surface en cherchant le nombre des points de rencontre d'une droite K avec cette surface. Chaque plan δ tangent à la surface D rencontre cette droite en un point d_1, et le plan polaire λ du point correspondant l la rencontre en un point l_1. Quand le point d_1 coïncide avec le point correspondant l, alors par ce point passe la droite L', et la droite K perce la surface S en ce point.

» A un point d_1 correspondent dl points l_1 et à un point l_1 correspond un seul point d_1. De là suit que les points d_1, l_1 peuvent se confondre $2dl$ fois; par conséquent la surface S est d'ordre $2dl$.

» Les plans tangents de la surface D sont les plans tangents multiples

d'ordre l de S, et les points de rencontre de la courbe L avec la surface F sont les points multiples d'ordre d de la surface S.

» Nous avons ce théorème :

» *Quand on coupe les plans tangents, menés d'un point l qui parcourt une courbe* L *d'ordre l à une surface développable* 𝔇 *de la classe d, par le plan polaire du point l par rapport à une surface du second ordre en des droites L', ces droites engendrent une surface gauche* S *du* $2dl^{\text{ième}}$ *ordre.*

» 6. Quand nous remplaçons la surface développable D par une courbe D d'ordre d, les droites L' deviennent des courbes, et ces courbes engendrent une surface T d'ordre $2dl$. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la vitesse de propagation de la lumière, en réponse à une Note de lord* Rayleigh. Note de M. **Gouy**.

« Dans les *Comptes rendus* du 27 août dernier, lord Rayleigh rappelle qu'il a donné, en 1877, dans son Ouvrage *the Theory of Sound*, l'expression $\dfrac{d\frac{1}{T}}{d\frac{1}{\lambda}}$ comme représentant, en général, dans les mouvements vibratoires, la *vitesse du groupe d'ondes*, avec diverses applications. Toutefois l'application de cette formule à la théorie de la lumière n'a été faite par ce physicien qu'en 1881, à l'occasion des expériences de Young et Forbes, et postérieurement à mes propres recherches sur ce sujet (*Comptes rendus*, novembre 1880).

» Sans préjuger la manière dont sera appréciée cette question de priorité, je crois devoir faire remarquer que le théorème général de lord Rayleigh, dont je n'avais pas connaissance au moment de mes recherches, ne me paraît pouvoir être appliqué utilement à la théorie de la lumière qu'après avoir subi une élaboration assez considérable, et après diverses recherches préalables sur la constitution de la lumière homogène. Ces divers points ont été examinés en détail dans un Mémoire publié, en octobre 1882, dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*; ils me paraissent rendre le problème optique fort différent de ceux que lord Rayleigh avait traités en 1877. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'étalonnage des galvanomètres.* Note de M. E. DUCRETET.

« L'étalonnage des galvanomètres, d'intensité ou de forces électromotrices, doit être vérifié fréquemment, *par suite des variations du champ magnétique, dues surtout aux variations de l'aimant directeur du galvanomètre.* L'intensité magnétique de cet aimant directeur doit être assez grande pour rendre peu sensibles les variations extérieures; il faut néanmoins en tenir compte.

» Ces variations détruisent la valeur de l'étalonnage et amènent des erreurs sensibles. Il est donc nécessaire de le vérifier fréquemment. Pour faciliter cet étalonnage et sa vérification, je transforme l'aimant directeur en une sorte d'électro-aimant, en le garnissant de bobines à fil d'une certaine résistance. Pour aimanter ce barreau d'acier, on lance dans ses bobines, pendant un temps déterminé, le courant de plusieurs daniells de grande surface (le modèle rond de $0^m,22$ de haut est convenable). Le circuit de ces bobines étant très résistant, la pile ne se polarise pas.

» Chaque fois qu'on veut vérifier l'étalonnage, on amène le barreau aimanté à son intensité première, en y lançant un même courant pendant le même temps.

» C'est ainsi que j'ai disposé l'aimant directeur de mon galvanomètre universel sans oscillation ([1]). Cette disposition peut être appliquée à tous les galvanomètres munis d'un aimant directeur. On peut substituer au barreau d'acier un barreau de fer doux, muni de bobines semblables; elles reçoivent, pendant l'observation, le courant continu d'une pile Daniell, courant qu'on interrompt après l'observation. »

CHIMIE. — *Recherches sur la durée de la solidification du soufre surfondu.* Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. Debray.

» III. *Production d'une nouvelle variété cristallisée du soufre.* — Si l'on se reporte aux Communications précédentes sur la cristallisation du soufre en prismes et en octaèdres, on voit que la durée d'accroissement de ces cristaux dépend des mêmes variables, mais de manières souvent différentes. Grâce à l'emploi des tubes en U, il m'a été facile de faire des déterminations

([1]) *Comptes rendus,* 23 juillet 1883, page 254 de ce Volume.

simultanées sur la production des prismes dans une branche et des octaèdres dans l'autre, les conditions extérieures étant identiques. En comparant les nombres ainsi obtenus dans les circonstances diverses que j'ai indiquées précédemment, on trouve que la durée de la solidification des octaèdres est, en valeur absolue, beaucoup plus longue que celle des prismes; elle est souvent supérieure à 100 fois, et ce n'est que dans des cas particuliers qu'elle descend à 25 fois cette quantité.

» En déterminant la solidification du soufre dans des conditions particulières, j'ai reconnu la production de cristaux dont la vitesse d'allongement est différente de celles que présentent, dans les mêmes conditions, les prismes et les octaèdres. Cette circonstance attira mon attention, et l'étude de leur allongement me montra que, dans tous les cas, la durée de leur solidification, quelle que fût sa valeur absolue, était toujours intermédiaire entre celles que présentent les prismes et les octaèdres : il y avait lieu de rechercher si j'étais en possession d'une nouvelle variété cristallisée du soufre. Or, si l'on songe à la multiplicité des circonstances qui, comme je l'ai établi précédemment, font passer la durée de la solidification des deux variétés connues du soufre par des valeurs variant dans des limites extrêmement étendues, de 1 à 75 par exemple, dans le cas des octaèdres, la mesure de cette durée pour les cristaux qui me semblaient nouveaux devait être considérée comme ne fournissant qu'un caractère distinctif d'une valeur discutable. Pour mettre hors de doute l'individualité de ces cristaux, j'ai eu recours à un artifice qui élimine l'incertitude provenant de l'influence des conditions extérieures; il consiste à faire naître simultanément, dans diverses régions d'un même tube, les trois variétés cristallines et à en suivre l'accroissement : la forme sous laquelle se présentent les nouveaux cristaux facilite du reste l'expérience.

» Ils ont, en effet, la forme de longues baguettes prismatiques d'un éclat nacré qui, au lieu de croître de quantités peu différentes suivant les trois dimensions, comme les octaèdres et les prismes ordinaires, se développent beaucoup plus vite dans le sens de la longueur que dans le sens transversal : il en résulte que, même dans les tubes dont le diamètre n'atteint pas 2^{mm}, un cristal s'allonge à partir du point où il a pris naissance, et il peut avoir une longueur de plusieurs centimètres avant que, par l'accroissement de ses dimensions transversales, il remplisse le tube. Cela posé, voici comment on peut faire naître les cristaux et en mesurer l'allongement. Dans une des branches d'un tube en U gradué et contenant

du soufre surfondu, on sème un octaèdre qui pousse très lentement à la surface du liquide, en obstruant le tube par ce côté, et l'on en suit l'allongement sur la graduation du tube; dans l'autre branche du tube, on a introduit un fil de verre ou de platine dont un bout descend jusqu'au fond du tube et l'autre dépasse à l'extérieur. A l'aide de ce fil on produit *un léger frottement* (¹) sur le fond du tube et il naît, aux points frottés, des cristaux nacrés dont on mesure l'allongement, qui est plus rapide que celui des octaèdres. Enfin, en introduisant à la surface du liquide, dans le même tube, un cristal prismatique ordinaire, on provoque la formation des prismes, qui est très rapide; après avoir envahi la région liquide, ces prismes solidifient très vite le liquide qui baignait les baguettes nacrées, et la cristallisation s'étend dans l'autre branche, où les octaèdres continuaient à s'allonger. On peut ainsi mesurer les durées d'allongement des trois espèces de cristaux.

» Les cristaux nacrés peuvent être obtenus encore par un *faible* refroidissement produit en un point du soufre surfondu; semés dans le liquide, ils donnent exclusivement des cristaux qui leur ressemblent et se dévitrifient assez rapidement quand on les refroidit à la température ordinaire; ils peuvent du reste être brisés au sein du liquide surfondu sans changer de forme. J'ai soumis ces cristaux à une étude analogue à celle que j'avais réalisée sur les deux autres variétés.

» 1° Si l'on provoque la formation de ces cristaux dans des bains de surfusion à des températures différentes, on trouve que la durée de sa solidification, très faible lorsque la température ambiante est très basse, devient de plus en plus longue à mesure qu'on se rapproche davantage de la température de fusion du soufre.

» 2° La durée d'allongement dépend à la fois de la durée pendant laquelle on a fait séjourner le soufre dans le bain de fusion et aussi de la durée de l'immersion dans le bain de surfusion.

» 3° Chauffé à des températures initiales différentes, le soufre dans lequel on fait naître les baguettes nacrées se comporte d'une manière analogue à celle que nous avons constatée dans le cas des prismes et des octaèdres : la durée de la solidification augmente très rapidement si le soufre a été chauffé vers 170° et diminue si la température a été moins élevée. Voici un Tableau comprenant une série d'observations simultanées,

---

(¹) Un frottement trop énergique aurait pour effet de provoquer la formation de cristaux prismatiques ordinaires.

la durée d'immersion dans le bain de fusion ayant été cinq minutes et la température du bain de surfusion 100°,7 :

Températures du bain de fusion.	Durées d'allongement.		
	Octaèdres.	Baguettes nacrées.	Prismes.
166°	30^m.30^s	1^m.20^s	17^s,00
185	200,00	11.00	15,86
198	188.00	13.00	15,50
222	118.34	6.00	14,75
258	50.00	6.20	12,92
288,5	31.49	1.59	13,00

» Ces résultats ont été obtenus avec des tubes contenant du soufre n'ayant pas encore été fondu. Les nombres que l'on obtient avec du soufre ayant subi la fusion diffèrent suivant qu'on a antérieurement transformé le soufre en prismes ou en octaèdres et aussi suivant le nombre d'opérations effectuées : leur discussion conduit à des conclusions analogues à celles que j'ai fait connaître antérieurement sur l'instabilité du soufre prismatique et l'influence du temps sur les modifications que le soufre est susceptible d'éprouver. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition qu'éprouvent, en présence de l'eau, les phosphates acides des bases alcalino-terreuses.* Note de M. **A. Joly**, présentée par M. H. Debray.

« 1. Lorsque l'on verse dans une solution étendue d'acide phosphorique ($1^{éq} = 6^{lit}$) une quantité équivalente d'une solution de chaux ou de baryte, de façon que le liquide renferme équivalents égaux de l'acide ou de la base alcalino-terreuse, on obtient une liqueur acide au tournesol, mais neutre à cette matière colorante, l'hélianthine, que j'ai déjà utilisée pour étudier la saturation de l'acide phosphorique par les bases alcalines. Avec des liqueurs aussi étendues que celles que donnent nécessairement la baryte et surtout la chaux, la liqueur reste neutre dès que la saturation est atteinte; mais, si l'on frotte les parois du vase avec une baguette de verre ou si l'on élève la température à 80°, le liquide se trouble, il se forme un précipité cristallin, et, si la liqueur a été colorée par quelques gouttes d'une solution étendue d'hélianthine, on la voit rapidement virer au rouge, accusant ainsi la mise en liberté d'acide phosphorique. Le précipité est formé d'un phosphate bibasique hydraté. Le phosphate monobasique

formé tout d'abord s'est donc décomposé, en présence de l'eau, sous l'influence d'une action mécanique ou par élévation de température, en un phosphate bibasique insoluble qui se précipite et en acide phosphorique, tandis qu'une partie du phosphate monobasique formé tout d'abord est maintenue en dissolution (1). La proportion du sel bibasique précipité dépend d'ailleurs de la dilution des solutions acides et alcalines mélangées; elle augmente avec la concentration, et, lorsqu'elle dépasse un certain degré, on ne peut plus obtenir la neutralité : le phosphate bibasique se précipite de lui-même.

» M. H. Debray, dans une étude faite sur les phosphates et arséniates métalliques, a depuis longtemps établi que l'eau décompose un phosphate en un phosphate plus basique et acide phosphorique libre et s'est servi de cette réaction pour préparer, à l'état cristallisé, un grand nombre de ces sels. Pour ce qui est des phosphates alcalino-terreux, M. Erlenmeyer a montré que, mis en présence de l'eau, ils se décomposent en un phosphate bibasique qui se précipite et en un liquide acide qui renferme encore de la base. Il était naturel de se demander si la décomposition par l'eau de ces phosphates est un phénomène de même ordre que celui de la décomposition, en présence de l'eau, du nitrate de bismuth, du chlorure d'antimoine et de tant d'autres sels si soigneusement étudiés par M. Ditte. On va voir que le phénomène est tout autre

» II. Le phosphate monobasique de chaux peut être obtenu en belles lamelles rhomboïdales transparentes et inaltérables à l'air, en dissolvant à froid du carbonate de chaux bien pur dans une solution d'acide phosphorique trihydraté employée en excès, et en évaporant le liquide acide dans le vide sec. La composition de ces cristaux correspond à la formule $CaO, 2HO, PhO^5 + HO$. Lorsqu'on met ce sel en présence de l'eau, à la température ordinaire, il se décompose; le liquide devient acide et il se produit un précipité cristallin du phosphate bibasique

$$2CaO, HO, PhO^5 + 4HO.$$

» J'ai fait agir sur des poids croissants du phosphate monocalcique un même volume d'eau (100^{cc} par exemple), et le tout a été abandonné pendant plusieurs jours et fréquemment agité; puis j'ai dosé dans chaque liqueur, maintenue en présence du précipité de phosphate bibasique, la

(1) La présence d'une parcelle de phosphate bibasique introduite dans le liquide suffirait d'ailleurs pour troubler l'équilibre de la liqueur.

chaux et l'acide phosphorique. En admettant que la chaux soit combinée dans la liqueur à l'acide phosphorique, de manière à former du phosphate monocalcique, l'excès d'acide phosphorique est ce que j'appellerai l'acide *phosphorique libre*.

» On trouve ainsi que, non seulement le poids d'acide phosphorique libre augmente constamment dans la solution en même temps que s'élève le poids du phosphate monobasique décomposé, mais que le rapport entre l'acide phosphorique *total* et l'acide phosphorique *combiné* croît aussi d'une façon continue jusqu'à un nombre très voisin de 1,5. Si l'on met en regard les poids P de phosphate monobasique mis en présence d'un même volume d'eau (100^{cc}), le poids p de l'acide phosphorique libre et le rapport R du poids de l'acide phosphorique *total* à l'acide phosphorique *combiné*, on trouve ainsi que, P variant de $4^{gr},02$ à $49^{gr},01$, p varie de $0^{gr},106$ à $5^{gr},645$ et R de 1,05 à 1,34.

» Si l'on augmente le poids du phosphate monocalcique, il arrive un moment où tout ce sel ne disparaît plus : le liquide est alors saturé. Pour $P = 64^{gr},32$ le rapport R s'est élevé à 1,40 et le poids p à $8^{gr},06$; mais il reste du sel non dissous. En ajoutant une petite quantité d'eau et analysant le liquide au bout de quelque temps, on voit le rapport R s'élever, se rapprocher de 1,5, puis, par de nouvelles additions d'eau, diminuer et se rapprocher du nombre 1,34 cité en dernier lieu.

» Il résulte donc des nombres précédents que, à mesure que l'on augmente le poids du phosphate monocalcique, mis en présence d'un même volume d'eau, le rapport de l'acide phosphorique *total* à l'acide phosphorique *combiné* croît depuis un nombre très peu différent de 1, pour les liqueurs étendues, jusqu'à 1,5; puis, par de nouvelles additions du sel, ce dernier se dissout sans décomposition dans le liquide acide, et le rapport R diminue d'une petite quantité.

» III. En d'autres termes, si l'on l'étend d'eau une des solutions les plus concentrées, maintenue en présence du phosphate bibasique précipité, ce dernier disparaîtra en partie, la valeur de R diminuera et tendra vers l'unité pour des dissolutions très étendues.

» Dans une liqueur acide renfermant par 100^{cc} un poids p d'acide phosphorique, on pourra dissoudre au maximum un poids P de phosphate monocalcique sans que celui-ci éprouve de décomposition. Si l'on dépasse ce poids, il se déposera du phosphate bibasique.

» Si l'on concentre par évaporation, dans le vide sec, une solution étendue, le rapport R devant augmenter, du phosphate bicalcique se pré-

cipitera et l'on pourra obtenir ainsi, par évaporation lente, de beaux cristaux de ce sel. Lorsque le rapport R aura atteint la valeur 1,5, du phosphate monocalcique se déposera à son tour, et la proportion d'acide libre augmentera dans la liqueur.

» Si, à l'une des solutions acides résultant de la décomposition du phosphate monocalcique en présence de l'eau, on ajoute une petite quantité d'une substance quelconque capable de s'emparer de l'acide phosphorique pour former une combinaison soluble ou insoluble (soude, potasse, ammoniaque, chaux, carbonate de chaux, acétate alcalin, sesquioxyde de fer, alumine), l'équilibre est détruit et il se précipite du phosphate bicalcique. Je reviendrai sur ce fait dans une prochaine Communication. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de neutralisation par l'acide fluorhydrique des bases alcalines et alcalino-terreuses.* Note de M. **Guntz**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai déterminé la chaleur de neutralisation par l'acide fluorhydrique dissous ($1^{éq}$ dans 2^{kg} de solution) des bases alcalines et alcalino-terreuses.

» 1° *Ammoniaque.* — La neutralisation d'une solution d'ammoniaque par le poids correspondant d'acide fluorhydrique a dégagé $+15^{Cal},2$ à 13°.

$$AzH^3 \text{ diss.} (1^{éq} = 2^{lit}) + HFl \text{ diss.} (1^{éq} = 2^{lit}) = AzH^4Fl \text{ diss.} \ldots\ldots \quad +15^{Cal},2$$

Ce nombre est plus faible que la valeur correspondante trouvée pour la potasse, comme cela arrive en général pour tous les acides. La différence entre la chaleur de neutralisation, par l'acide fluorhydrique, de la potasse et de l'ammoniaque et celles des mêmes bases par l'acide chlorhydrique est du même ordre de grandeur : $+0^{Cal},9$ pour le premier, $+1^{Cal},2$ pour le second acide.

» La chaleur de dissolution du fluorhydrate d'ammoniaque ayant été déterminée par Favre, on peut calculer la chaleur de formation de ce sel à partir de ses éléments gazeux.

» On trouve que

$$AzH^3 \text{ gaz} + HFl \text{ gaz} = AzH^4Fl \text{ sol} \ldots\ldots \quad +37^{Cal},3$$
$$AzH^3 \text{ gaz} + HFl \text{ liq.} = AzH^4Fl \text{ sol} \ldots\ldots \quad +30^{Cal},1$$

» Comparons ces deux valeurs à la chaleur de formation d'autres composés ammoniacaux, chaleur mesurée à partir d'éléments pris dans un état semblable; comparons, par exemple, la première à celle du chlorhydrate d'ammoniaque à partir de l'acide chlorhydrique gazeux ($+42^{Cal},5$); la

deuxième à celle du sulfate d'ammoniaque à partir de l'acide sulfurique liquide ($+ 34^{Cal},2$).

» On voit que la chaleur de formation du fluorure est plus faible que celle du chlorure de $+ 5^{Cal},2$, que celle du sulfate de $4^{Cal},1$. J'ai observé un fait analogue pour les sels correspondants de potasse; les deux différences analogues sont respectivement $+ 11^{Cal},0$, $+ 10^{Cal},2$, le plus faible des deux nombres correspondant au sulfate comme dans le cas précédent.

» *Baryte.* — Quand on neutralise une solution de baryte ($1^{éq} = 6^{lit}$) par le poids équivalent d'acide fluorhydrique, la solution reste transparente pendant quelques secondes, puis se trouble et laisse déposer du fluorure de baryum pendant quelques minutes, en dégageant de la chaleur; mais cette dernière quantité est très faible. Je m'en suis assuré de la manière suivante : j'ai pris des solutions de soude et d'acide chlorhydrique à des concentrations telles que la température du mélange s'élève d'une quantité égale à celle dont s'élevait le mélange de baryte et d'acide fluorhydrique, et je m'en suis servi pour étudier comparativement la marche du thermomètre dans les deux réactions, dont la première peut être considérée comme se passant dans un temps très court.

» La comparaison des courbes se rapportant à ces deux séries d'expériences m'a montré que les $\frac{99}{100}$ de la quantité totale de chaleur se dégagent dans le premier quart de minute.

» La quantité totale de chaleur dégagée dans cette réaction a été trouvée égale à $+ 17,4$ à $11°$.

$$\text{Ba O}(1^{éq} = 6^{lit}) + \text{H Fl}(1^{éq} = 2^{lit}) = \text{Ba Fl} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad + 17^{Cal},4$$

» Une partie de fluorure de baryum est restée dissoute ($2^{gr},83$ par litre à $10°$ d'après mes expériences), ce qui fait environ le quart du poids de fluorure formé. Je n'ai pu rapporter la chaleur de neutralisation au sel totalement dissous, car le fluorure de baryum séché ne se dissout plus dans l'eau.

» La réaction

$$\text{Ba HO}^2 \text{ sol} + \text{H Fl gaz} = \text{Ba Fl sol.} + \text{H}^2\text{O}^2 \text{ sol} \ldots\ldots\ldots \quad + 35^{Cal},7$$

dégage environ $+ 35^{Cal},7$. Ce nombre est celui qu'on obtient en supposant tout le fluorure précipité : le nombre véritable serait un peu plus fort, mais la différence est peu considérable d'après les expériences précédentes.

» *Strontiane.* — Les mêmes circonstances se représentent dans la neutralisation d'une solution de strontiane ($1^{éq} = 10^{lit}$) par l'acide fluorhydrique;

seulement la précipitation ne se laisse plus constater au thermomètre : j'ai trouvé pour

$$\mathrm{StO}\,(1^{\text{éq}} = 10^{\text{lit}}) + \mathrm{HFl}\,(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) = \mathrm{StFl} \ldots\ldots \quad +17^{\text{Cal}},9 \text{ à } 11^{\circ}$$

» En négligeant la solubilité du fluorure de strontium, qui est beaucoup plus faible que celle du fluorure de baryum, on a

$$\mathrm{StHO^2} \text{ solide} + \mathrm{HFl} \text{ gaz} = \mathrm{StFl} \text{ solide} + \mathrm{H^2O^2} \text{ solide} \ldots\ldots \quad +35,9$$

» *Chaux.* — La neutralisation d'une solution de chaux ($1^{\text{éq}}$ dissous dans 25^{lit}) par le poids équivalent d'acide fluorhydrique m'a donné

$$\mathrm{CaO}\,(1^{\text{éq}} = 25^{\text{lit}}) + \mathrm{HFl}\,(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) = \mathrm{CaFl} \text{ solide} \ldots\ldots \quad +18^{\text{Cal}},6 \text{ à } 11^{\circ}$$

Le fluorure de calcium étant complètement insoluble, on a rigoureusement

$$\mathrm{CaHO^2} \text{ solide} + \mathrm{HFl} \text{ gaz} = \mathrm{CaFl} \text{ solidé} + \mathrm{H^2O^2} \text{ solide} \ldots\ldots \quad +33^{\text{Cal}},3$$

» Comparons maintenant la chaleur de formation des fluorures, à partir de l'acide fluorhydrique gazeux, à celle des chlorures correspondants :

KFl........	Cal +38,2	NaFl.......	Cal +39,9	$\mathrm{AzH^4Fl}$.....	Cal +37,3
KCl........	49,2	NaCl.......	43,4	$\mathrm{AzH^4Cl}$....	42,5
BaFl.......	+35,7	StFl.......	+35,9	CaFl.......	+33,3
BaCl.......	37,0	StCl.......	32,2	CaCl.......	25,7

» On voit que la chaleur de formation des fluorures n'offre pas une différence constante par rapport à celle du chlorure, ni comme ordre relatif, ni comme grandeur, contrairement à ce qui arrive pour les bromures et les iodures. Les chlorures de potassium, sodium, ammonium surpassent notablement les fluorures; l'écart devient faible pour le baryum, et les fluorures de calcium et de strontium surpassent les chlorures. A la vérité, ce dernier écart disparaît si l'on envisage les hydrates stables.

» Faisons la même comparaison entre les fluorures et les sulfates, en partant de l'acide fluorhydrique liquide, afin d'obtenir des états comparables :

KFl.......	Cal +31,0	NaFl......	Cal +32,7	$\mathrm{AzH^4Fl}$....	Cal +30,1
$\mathrm{KSO^4}$......	+41,2	$\mathrm{NaSO^4}$....	+35,2	$\mathrm{AzH^4SO^4}$....	+34,2
BaFl.......	+28,5	StFl.......	+28,7	CaF........	+26,1
$\mathrm{BaSO^4}$......	+33,5	$\mathrm{StSO^4}$.....	+30,0	$\mathrm{CaSO^4}$......	+25,2

» Les résultats sont analogues aux précédents; c'est-à-dire que la cha-

leur de formation des sulfates alcalins surpasse celle des fluorures. L'écart se maintient pour le sulfate de baryte, il diminue pour le sulfate de strontiane et il y a même inversion pour le sulfate de chaux, du moins dans l'état anhydre.

» Pour appliquer ces résultats à la discussion des réactions opérées entre les sels et les acides de ces dernières séries, il est nécessaire de tenir compte des sels acides, sulfates acides et fluorhydrates et de leur état de dessiccation. C'est ce que je montrerai prochainement.

» Je me propose aussi de continuer ces recherches en déterminant les constantes thermiques des autres fluorures métalliques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les créatines et les créatinines.* Quatrième Note de M. E. **Duvillier**, présentée par M. Wurtz.

« Dans de précédentes Notes ([1]), j'ai eu l'honneur d'annoncer à l'Académie que l'action de la cyanamide sur les acides méthylamido-α-butyrique, méthylamido-isovalérique, méthylamido-α-caproïque et éthylamido-α-caproïque fournit directement des créatinines et non des créatines; c'est la suite de ces recherches qui fait l'objet de la présente Note.

» *Ethylamido-α-butyrocyamidine* $AzH = C \begin{array}{lll} & & CH^3 \\ & & | \\ & & CH^2 \\ & & | \\ \diagup & Az\,C^2H^5 - & CH \\ & & | \\ \diagdown & Az\quad H - & CO \end{array}$. — En ajoutant de la cyanamide (1^{mol}) à une solution aqueuse, saturée à froid, d'acide éthylamido-α-butyrique (1^{mol}) et quelques gouttes d'ammoniaque, on observe, après un mois environ, que la liqueur laisse déposer des cristaux tabulaires assez volumineux, présentant l'aspect de tables rhombiques. Ces cristaux augmentent lentement. Après six mois, lorsque les cristaux ne semblent plus augmenter, on met fin à l'expérience. Ces cristaux, soumis directement à l'analyse, fournissent 66,05 pour 100 d'azote, ce qui montre que ces cristaux sont de la dicyandiamide, qui exige 66,66 pour 100 d'azote.

» Afin de s'assurer si la cyanamide et l'acide éthylamido-α-butyrique ont réagi l'un sur l'autre, on évapore l'eau mère. Celle-ci, par refroidissement, laisse déposer un mélange de dicyandiamide et d'un corps en cristaux tabulaires groupés comme les feuillets d'un livre. Ces cristaux, puri-

([1]) *Comptes rendus*, t. XCV, p. 456, et t. XCVI, p. 1583.

fiés par cristallisation dans l'eau, fournissent à l'analyse des nombres qui répondent à la composition de l'éthylamido-α-butyrocyamidine :

	Calculé.	Trouvé.
C^7	54,19	53,69
H^{13}	8,39	8,83
Az^3	27,10	26,85
O	10,32	
	100,00	

» L'éthylamido-α-butyrocyamidine se présente en beaux cristaux tabulaires, limpides, en général assez grands et groupés comme les feuillets d'un livre entr'ouvert. Ces cristaux sont anhydres. Ils sont très solubles dans l'eau et l'alcool.

» L'action de la cyanamide sur l'acide éthylamido-isovalérique ne m'a pas fourni de résultats satisfaisants; il semble que ces corps soient sans action l'un sur l'autre, car, après plusieurs mois, on retrouve l'acide amidé et la cyanamide, mais celle-ci sous forme de dicyandiamide. De nouvelles recherches sont donc nécessaires; je m'en occupe actuellement. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du gaz ammoniac sur l'azotate de méthyle.* Note de MM. **E. Duvillier** et **H. Malbot**, présentée par M. Wurtz.

« MM. E. Duvillier et A. Buisine [1] ont montré qu'en chauffant à 100°, en vase clos, une solution d'ammoniaque dans l'esprit-de-bois avec de l'azotate de méthyle, on obtient une forte proportion de monométhylamine, avec une petite quantité d'azotate de tétraméthylammonium et seulement des traces de diméthylamine et de triméthylamine. Ils ont fait voir, en outre, que, dans les mêmes conditions, l'action de la monométhylamine sur l'azotate de méthyle fournit presque uniquement de l'azotate de tétraméthylammonium et seulement des traces de diméthylamine et de triméthylamine.

» Nous sommes arrivés, en modifiant les conditions de l'expérience, à des résultats très différents, que nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie.

» Nous faisons passer un courant de gaz ammoniac dans de l'azotate de méthyle additionné d'environ $\frac{1}{10}$ de son volume d'esprit-de-bois et renfermé dans un ballon communiquant avec un réfrigérant à reflux. Le gaz ammoniac se dissout et échauffe le liquide; quand il cesse de s'absorber,

(1) *Comptes rendus*, t. XC, p. 872; 1880.

nous arrêtons le courant. Par refroidissement il se dépose d'abondants cristaux. Nous distillons, pour chasser l'ammoniaque qui n'a pas réagi et recueillir l'esprit-de-bois; le produit qui reste est alors traité par la potasse en excès; les ammoniaques volatiles se dégagent; elles sont recueillies et séparées suivant les indications données par MM. E. Duvillier et A. Buisine dans leur Mémoire sur la séparation des ammoniaques composées ([1]). La liqueur, très alcaline, qui reste après la distillation des ammoniaques volatiles est exactement neutralisée par l'acide azotique; la majeure partie de l'azotate de potasse formé s'élimine par une première cristallisation; après plusieurs concentrations et cristallisations successives, les eaux mères sirupeuses sont traitées par l'alcool absolu bouillant, qui laisse non dissous le reste du salpêtre. La liqueur alcoolique est évaporée à sec, le résidu est repris par l'alcool absolu bouillant : il se dépose à froid d'abondants cristaux d'azotate de tétraméthylammonium, qu'on purifie par une nouvelle cristallisation dans l'alcool.

» Les proportions en poids d'ammoniaques composées, obtenues par ce traitement, et d'ammoniaque ordinaire retrouvée à la fin de l'opération, sont indiquées approximativement par les nombres suivants :

Ammoniaque ordinaire	5
Oxyde de tétraméthylammonium	3
Monométhylamine	2
Diméthylamine et triméthylamine	très petites quantités.

» Ainsi, par l'action d'un courant de gaz ammoniac sur l'azotate de méthyle, la monométhylamine se forme en proportion notable, mais n'est plus le produit principal de l'opération; la prépondérance appartient à l'azotate de tétraméthylammonium, sel très avantageux pour la préparation de la triméthylamine pure. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les ammoniaques composées oxygénées : I. Hydroxallyl-diamines.* Note de M. **Reboul**, présentée par M. Wurtz.

« Les belles recherches de M. Wurtz sur les hydroxéthylénamines et leurs homologues ont montré que les radicaux monovalents des chlorhydrines glycoliques, en se substituant à l'hydrogène de l'ammoniaque, donnaient des ammoniaques oxygénées plus ou moins compliquées, mais des

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIII, p. 319; 1881.

monamines seulement, par suite de la monovalence du radical. Polyvalent, il fournirait des polyamines oxygénées. Si, par exemple, on s'adresse à l'hydroxallyle $(C^3H^5\text{-}OH)''$, divalent, on doit obtenir des diamines et même des polyamines. L'épichlorhydrine $C^3H^5 \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown Cl \end{matrix}$, dont j'ai fait connaître, il y a vingt-trois ans, les propriétés fondamentales, permet de réaliser aisément la formation de ces polyammoniaques oxygénées.

» Afin d'éviter les complications probables dues aux trois atomes d'hydrogène typique de l'ammoniaque, j'ai pris une monamine secondaire qui n'en contient plus qu'un, et j'ai choisi la diéthylamine.

» L'épichlorhydrine et la diéthylamine réagissent l'une sur l'autre sans qu'il soit besoin de chauffer. La température s'élève peu à peu et, au bout de quelque temps, elle monte assez haut pour que, si l'on opère sur 100^{gr} à 150^{gr} du mélange en ballons épais scellés, une explosion s'ensuive souvent si l'on n'a pas soin de refroidir. Il se produit dans cette réaction plusieurs bases dont les proportions relatives dépendent des proportions des deux corps et de la température à laquelle cette réaction s'est effectuée. Le liquide, tantôt à l'état de sirop extrêmement épais, tantôt cristallisé en grande partie, suivant les cas, est additionné d'un excès de potasse caustique solide, puis distillé au bain d'huile jusqu'à 300°. Il vaut mieux toutefois, surtout si l'on veut avoir les polyamines bouillant au-dessus de 280°-300°, ne pas distiller au bain d'huile, mais ajouter de l'éther qui, par agitation, s'empare des bases mises en liberté par la potasse. L'éther séparé est chassé au bain-marie et les bases qu'il laisse comme résidu sont séparées par distillation fractionnée. Il y en a trois principales : une monamine, une diamine et une triamine; il se forme en outre des polyamines plus condensées. Avec 1^{vol} d'épichlorhydrine et $1^{vol},5$ de diéthylamine, c'est la diamine qui domine.

» Elle a pour formule $\begin{matrix} Az \\ \\ Az \end{matrix}\left\{\begin{matrix} (C^2H^5)^2 \\ (C^3H^5\text{-}OH)'' \\ (C^2H^5)^2 \end{matrix}\right.$ et se forme suivant l'équation (1) :

$$\underbrace{C^3H^5 \begin{matrix} \diagup O \\ \diagdown Cl \end{matrix}}_{\text{Épichlorhydrine.}} + \underbrace{2\,Az\left\{\begin{matrix} (C^2H^5)^2 \\ H \end{matrix}\right.}_{\text{Diéthylamine.}} = HCl + \begin{matrix} Az \\ \\ Az \end{matrix}\left\{\begin{matrix} (C^2H^5)^2 \\ (C^3H^5\text{-}OH)'' \\ (C^2H^5)^2 \end{matrix}\right. .$$

C'est l'hydroxallyl-tétréthyl-diamine.

» Cette base est fort stable. Elle bout sans décomposition, sous la pression atmosphérique, à 236°-238°. Son poids moléculaire, déterminé par

sa capacité de saturation, vis-à-vis des acides chlorhydrique et sulfurique, a donné le nombre 203. La formule exige 202. Son analyse a fourni les résultats suivants :

	Expérience.					
	I.	II.	III.	IV.		Théorie.
Carbone.....	65,1	65,3	»	»	Carbone.....	65,3
Hydrogène....	12,9	13,0	»	»	Hydrogène...	12,87
Azote.......	»	»	13,6	13,4	Azote.......	13,86

» Son chloroplatinate orangé, qui cristallise très bien par refroidissement de sa solution aqueuse bouillante, a donné :

	Expérience.				
	I.	II.	III.		Théorie.
Platine.........	32,08	32	31,9	Platine........	32,08

» L'hydroxallyl-tétréthyl-diamine donne avec les acides sulfurique et oxalique des sels neutres sirupeux et incristallisables.

» La formule du chloroplatinate est $\begin{matrix}\mathrm{Az}\left\{\begin{matrix}(C^2H^5)^2\\(C^3H^5\text{-}OH)''\end{matrix}\right.\\ \mathrm{Az}\{(C^2H^5)^2\end{matrix}, 2HCl, PCl^4$.

» L'hydroxallyl-tétréthyl-diamine est plus légère que l'eau qu'elle surnage et dans laquelle elle est peu soluble.

» Elle se combine avec 2^{mol} d'iodure d'éthyle. Les deux corps se mélangent à froid; mais, à 100°, en tubes clos, on voit se séparer bientôt une couche sirupeuse supérieure, dont le volume va croissant et qui se prend en une masse translucide par le refroidissement. Je n'ai pu l'obtenir à l'état cristallisé; mais c'est bien la combinaison $\begin{matrix}\mathrm{Az}\left\{\begin{matrix}(C^2H^5)^2\\(C^3H^5\text{-}OH)''\end{matrix}\right.\\ \mathrm{Az}\{(C^2H^5)^2\end{matrix}, 2C^2H^5I$ ou diiodure d'hydroxallyl-héxéthyl-diammonium $Az^2\left\{\begin{matrix}(C^2H^5)^6\\(C^3H^5\text{-}OH)''\end{matrix}\right., I^2$, car l'analyse a donné pour l'iode $I = 49,2$ pour 100, la formule exigeant $I = 49,4$.

» Le bromure d'allyle se mélange parfaitement à froid avec la diamine dont je m'occupe. Bientôt la liqueur se trouble, s'échauffe de plus en plus, et il se sépare une couche abondante supérieure extrêmement épaisse, qui résulte de la fixation de $2C^3H^5Br$ sur une molécule d'hydroxallyl-tétréthyldiamine. Le dibromure produit a donné à l'analyse, pour le brome, un nombre fort voisin de celui qu'exige la théorie.

» Enfin on peut obtenir, sans chauffer, un dibromure d'éthylène hydroxal-

lyl-tétréthyl-diammonium par l'union directe, molécule, à molécule de la base avec le bromure d'éthylène.

» 2. Un homologue de cette base s'obtient par l'action de l'épichlorhydrine sur l'éthylamine. Il faut opérer en vase clos et sur de petites quantités, en maintenant dans l'eau froide, sans quoi on s'expose à des explosions. Parmi les produits que l'on recueille en distillant au bain d'huile avec un excès de potasse, on trouve une base épaisse, incolore, soluble dans l'eau en toutes proportions, bouillant sans décomposition vers 185°. C'est l'hydroxallyl-diéthyl-diamine Az $\left\{ \begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix} \right.$.

» 3. L'équation (1), qui représente Az $\left\{ \begin{matrix} (C^3H^5\text{-}OH)^{II} \\ H \\ C^2H^5 \end{matrix} \right.$ la formation de l'hydroxallyl-tétréthyl-diamine, n'indique que le produit final de la réaction. En réalité, cette base est due à l'action ultérieure de la diéthylamine sur la monamine chlorée résultant de l'union directe de l'épichlorhydrine avec la diéthylamine, molécule à molécule. Je le ferai voir dans une très prochaine Note, qui aura pour objet principal l'étude de la monamine oxygénée *incomplète*, qui constitue la partie la plus volatile des bases mises en liberté par la potasse ajoutée au produit brut de la réaction de l'épichlorhydrine sur la diéthylamine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés haloïdes de l'éthane.* Note de M. L. HENRY, présentée par M. Wurtz.

« *Bibromure d'éthylène monochloré* : $CH^2Br-CH\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup Cl}{\diagdown Br}$. — Au point de vue de la question générale de l'*aptitude réactionnelle des corps halogènes* dans les composés organiques, ce corps présente un intérêt particulier; il renferme, en effet, deux corps halogènes d'énergie différente, Cl et Br; ce dernier élément s'y trouve, en outre, dans deux états distincts, quant à ses relations de voisinage, dans $H^2\underset{|}{C}Br$, brome-éther haloïde primaire; dans $\underset{|}{HC}\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup Cl}{\diagdown Br}$, brome aldéhydique. Enfin le brome est sensible à deux sortes de réactifs : réactifs *positifs*, composés métalliques et hydrogénés, tels que KOH, etc.; réactifs *négatifs*, tels que $SbCl^5$, etc.

» (*a*). *Réactifs positifs.* — Potasse alcoolique, KOH : une molécule sur une molécule de $CH^2Br-CH\genfrac{}{}{0pt}{}{\diagup Cl}{\diagdown Br}$. Précipitation abondante et immédiate

de KBr *pur*. Ce précipité m'a fourni 158,3 pour 100 de composé argentique; KBr correspond à 158 pour 100 de AgBr; formation d'*éthylène chlorobromé* C^2H^2ClBr. Celui-ci, d'après les indications de M. Denzel [1], indications que je confirme, bout à 62°-63°; c'est l'éthylène chlorobromé dissymétrique $CH^2 = CClBr$.

» Le brome est donc *exclusivement* touché, et l'atome qui en est éliminé est celui du chaînon $-CH^2Br$.

» Le cyanure de potassium se comporte comme la potasse alcoolique.

» (*b*). *Réactifs négatifs*. — Pentachlorure d'antimoine $SbCl^5$: moins énergique que sur $\begin{matrix} CH^2Br \\ | \\ CH^2Br \end{matrix}$, la réaction doit être activée par un léger échauffement. Elle fournit de l'*éthane bichloro-monobromé* $C^2H^3Cl^2Br$; ébullition, 137°-138° [2]. Sous l'action de la potasse alcoolique, dans la proportion d'une molécule sur une de dérivé haloïde, celui-ci fournit du *bromure de potassium pur* en même temps que de l'*éthylène bichloré dissymétrique* $CH^2 = CCl^2$; ébullition, 35°-37°; densité de vapeur, 3,36; calculée, 3,35. L'*éthane bichloro-monobromé*, obtenu dans ces conditions, répond par conséquent à la formule $CH^2Br-CH\langle{}^{Cl}_{Cl}$; c'est-à-dire que c'est le brome du chaînon aldéhydique $-CH\langle{}^{Cl}_{Br}$ qui *seul* a été atteint par $SbCl^5$, alors que l'on emploie les deux corps dans la proportion $SbCl^5$ sur $2\left(CH^2Br-CH\langle{}^{Cl}_{Br}\right)$.

» *Bibromure d'éthylidène* : CH^3-CHBr^2. — Ce composé se comporte sous l'action de $SbCl^5$ tout autrement que son isomère CH^2Br-CH^2Br; le brome est éliminé de celui-ci successivement, et l'on obtient d'abord CH^2Cl-CH^2Br, et finalement CH^2Cl-CH^2Cl. L'action de $SbCl^5$ sur le *bromure d'éthylidène* est plus énergique; de plus elle est toujours moléculairement *totale*; le composé $CH^3-CH\langle{}^{Cl}_{Br}$, produit d'une substitution partielle, est impossible à obtenir; alors même que l'on emploie les deux corps dans la proportion $SbCl^5$ sur $2(CH^3-CHBr^2)$, on arrive toujours au *chlorure d'éthylidène* CH^3-CHCl^2, ébullition 59°, densité de vapeur 3,47, calculé 3,42.

» L'action de $SbCl^5$ sur les deux isomères $C^2H^4Br^2$ montre bien la

---

[1] *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CXCV, p. 206; 1878.

[2] J'aurai l'honneur de revenir, dans une Communication ultérieure, sur l'éthane bichloro-monobromé $C^2H^3Cl^2Br$ et ses diverses variétés isomères.

différence qui existe entre un composé *monoatomique multiple*, tel que CH^2Br-CH^2Br, et un composé *polyatomique monocarboné*, tel que CH^3-CHBr^2.

» *Bibromure d'éthylène monobromé* : $CH^2Br-CHBr$. — Ce composé renferme, comme $CH^2Br-CH \langle {}^{Cl}_{Br}$, du brome dans deux situations distinctes et permet de poser les mêmes questions.

» (*a*). *Réactifs positifs*. — Potasse caustique, éthylate sodique, acétate potassique, etc., en solution alcoolique. Formation d'*éthylène bibromé dissymétrique* $CH^2=CBr^2$: ébullition 86°-88°; produit immédiat unique. Je confirme, sous ce rapport, les résultats des recherches de M. Arthur Michaël (¹), qui ont, sur ce point, rectifié celles de M. Tawildarow (²).

» Le brome éliminé à l'état de HBr est donc *exclusivement* celui du chaînon $-CH^2Br$.

» (*b*). *Réactifs négatifs* : $SbCl^5$. — Les réactions précédemment indiquées permettent de prévoir comment se comportera $CH^2Br-CHBr^2$. J'ai constaté que *le côté* CH^2Br *est respecté*; le chaînon *aldéhydique* $CHBr^2$ est, sauf excès de $SbCl^5$, *exclusivement* atteint; mais il l'est *toujours complètement*, alors même que l'on emploie les deux corps dans la proportion

$$SbCl \quad \text{sur} \quad 2(CH^2Br-CHBr^2).$$

D'une opération réalisée dans ces conditions, j'ai recueilli, à côté d'une portion du produit primitif inaltéré, de l'*éthane bichloromonobromé* : ébullition 137°-138°, densité de vapeur 6,20, calculé 6,13; sous l'action de la potasse alcoolique, ce composé fournit, à côté de KBr, de l'*éthylène bichloré dissymétrique* $CCl^2=CH^2$: ébullition 35°-37°; cette réaction prouve donc qu'il répond à la formule $CH^2Br-CHCl^2$.

» J'ajoute, en terminant, que $SbCl^5$ réagit encore moins aisément sur $CH^2Br-CHBr^2$ que sur $CH^2Br-CH \langle {}^{Cl}_{Br}$.

» En résumé, j'ai mis en réaction les divers systèmes ou chaînons

$$CH^2Br, \quad CH \langle {}^{Br}_{Br}, \quad CH \langle {}^{Cl}_{Br}$$

vis-à-vis de *réactifs positifs* et vis-à-vis d'un *réactif négatif*. On voit quelle

(¹) *American chemical Journal*, t. V, p. 192, juillet 1883.
(²) *Liebig's Annalen der Chemie*, t. 176, p. 21; année 1875.

différence déterminent dans l'aptitude réactionnelle du brome la diminution du nombre des atomes d'hydrogène voisins de Br et le remplacement de l'un d'entre eux par un radical négatif, Cl ou Br lui-même; vis-à-vis des *réactifs positifs*, l'aptitude réactionnelle du brome en est *diminuée;* elle en est au contraire *augmentée* vis-à-vis du *réactif négatif* $SbCl^5$. »

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'anatomie pathologique du phlegmon et, en particulier, sur le siège des bactéries dans cette affection.* Note de M. CORNIL [1], présentée par M. Bouley.

« J'ai examiné, pour constater le siège précis des bactéries dans le tissu cellulaire sous-cutané atteint d'une suppuration diffuse, de petits fragments de la peau enlevés sur le vivant, au bord de la première incision faite pour donner issue au pus. Ces fragments ont été immédiatement placés et durcis dans l'alcool.

» Les coupes, colorées au violet de méthyle B, ont été examinées dans le baume avec un objectif n° 12 à immersion homogène de Vérick.

» Le tissu conjonctif sous-dermique et le tissu cellulo-adipeux sont le plus fortement atteints par l'inflammation phlegmoneuse, qui se termine par une mortification plus ou moins étendue. Dans les vaisseaux qui sont souvent le siège d'une thrombose, dans les globules blancs qui y sont contenus, dans l'exsudat inflammatoire, dans les cellules lymphatiques migratrices et dans les cellules fixes tuméfiées du tissu conjonctif envahi, j'ai trouvé une grande quantité de micrococcus, soit isolés, soit, ce qui est le plus ordinaire, réunis deux par deux, ou en chaînettes.

» Voici le détail de ces lésions :

» A la périphérie du foyer de suppuration, dans les parties où l'inflammation est peu intense, les vaisseaux, les petites veines surtout, montrent souvent une coagulation de fibrine au milieu de laquelle il existe quelques diplococcus ou des chaînettes de ces éléments. Les chaînettes sont généralement formées elles-mêmes par des diplococcus. Les cellules lymphatiques situées au milieu du thrombus fibrineux intravasculaire contiennent quelquefois aussi des bactéries.

---

[1] Travail du laboratoire d'Anatomie pathologique de la Faculté de Médecine.

» Le tissu cellulo-adipeux, avant de présenter aucune trace d'inflammation, montre des bactéries situées le long des fibrilles minces qui circonscrivent les grandes cellules adipeuses. A un degré un peu plus avancé de la lésion, dans les points plus rapprochés du foyer inflammatoire, quelques cellules lymphatiques s'observent, avec des bactéries, dans les espaces interfasciculaires du tissu dermique ou sous-dermique et autour des vésicules adipeuses. Le protoplasme des cellules fixes du tissu conjonctif situées à la surface des faisceaux se tuméfie, ainsi que celui des cellules adipeuses.

» Lorsque l'infiltration du tissu conjonctif par l'exsudat inflammatoire s'accuse davantage, on voit, entre les faisceaux minces qui entourent les lobules adipeux, de petits îlots de cellules migratrices avec leurs noyaux arborescents; dans le protoplasme de ces cellules rondes à leur surface et autour d'elles, il existe de très nombreux diplococcus ou même de petites chaînettes de trois à six microbes.

» Souvent les espaces interfasciculaires de la base du derme et du tissu sous-cutané sont dilatés au point d'être transformés en de petites cavités limitées par des faisceaux fibreux et remplis par un liquide dans lequel se trouvent des filaments de fibrine et des cellules libres. La paroi de ces cavités montre souvent des cellules fixes du tissu conjonctif tuméfiées, faisant une saillie hémisphérique, ovoïdes ou sphéroïdes et plus ou moins détachées de la paroi. Quelques-unes de ces grandes cellules sont libres dans la cavité où elles se trouvent avec des cellules migratrices. Les grandes cellules ont un diamètre double ou triple de celui des cellules lymphatiques. Le protoplasme de ces deux espèces différentes de cellules renferme une quantité plus ou moins grande de microbes.

» Ainsi, dans telle cellule fixe tuméfiée, on en comptera de vingt à trente, généralement associés deux à deux; dans une cellule ronde migratrice, de quatre à dix. Ces organismes se trouvent souvent accolés à la surface des cellules. Il est très facile de s'assurer qu'ils siègent dans les cellules, car, celles-ci se trouvant isolées dans un liquide, on distingue assez bien les grains qui sont à leur périphérie ou dans leur intérieur, surtout avec le grossissement considérable que nous avons employé.

» Dans ces espaces interfasciculaires, les cellules commencent déjà à subir des modifications de nutrition qui aboutiront à leur mortification. A la place du noyau ovoïde unique des grandes cellules fixes, on voit une série de grains se colorant comme la substance du noyau. Ces grains sont

tantôt arrondis, de 1 à 2 ou 3μ, tantôt irréguliers et anguleux, au nombre de 5 à 10 par cellule.

» Ces granules de nucléine sont faciles à distinguer des microbes. Ils sont de coloration variable, généralement moins foncée que celle des micro-organismes; leur centre est souvent plus clair que leurs bords. Leur grosseur est très variable. Au contraire, les microbes sont tous de même diamètre; leur forme est identique, leur coloration uniforme; ils sont formés d'une substance homogène, brillante, et ils sont beaucoup plus petits que les granules précédents. Leur diamètre, sur la coupe des pièces durcies par l'alcool, ne dépasse pas $0^{\mu},3$. (Ils paraissent un peu plus gros, lorsqu'on examine des lamelles sur lesquelles on a étalé et fait sécher, puis coloré une mince couche de pus.) Dans les grandes cellules qui présentent des fragments de nucléine, on peut encore souvent reconnaître une figure qui se rapporte au noyau. Mais ce dernier est petit, mal coloré, irrégulier, quelquefois anguleux. Dans d'autres cellules qui sont alors complètement mortifiées, le noyau et les grains de nucléine sont tout à fait pâles, si bien qu'ils se reconnaissent à peine au milieu du protoplasme transparent de la cellule. Il existe, du reste, tous les intermédiaires de ce passage des cellules de la vie à la mort.

» Les cellules lymphatiques migratrices subissent des lésions de nutrition absolument identiques. On y trouve de trois à cinq petits noyaux ronds qui sont colorés très nettement sur certaines et qui sont pâles sur d'autres. Ainsi ces lésions, qui commencent par l'entrée des bactéries dans le protoplasme, aboutissent à la mortification des cellules.

» Cette nécrose de l'exsudat du phlegmon est encore plus marquée dans les parties profondes, tout à fait infiltrées de pus. Là, on ne voit plus que des fragments de noyaux ayant les formes les plus irrégulières, des bactéries libres et des filaments fibreux dissociés couverts de bactéries.

» Si l'examen porte sur la peau à peine congestionnée et non encore atteinte par l'inflammation, au moment où elle est soulevée par un foyer purulent venu des parties profondes, on trouve des diplococcus entre les faisceaux du tissu conjonctif de la base du derme. Cependant les cellules fixes de ce tissu sont normales et il n'y a pas encore de cellules lymphatiques en migration, de telle sorte que l'invasion des microbes à la périphérie du foyer précède la migration des cellules et l'exsudation inflammatoire.

» Lorsqu'on examine du pus, pris au moment de la première ouver-

ture d'un abcès, quelle qu'en soit la cause, on trouve toujours des bactéries, autant que j'en puis juger par mon expérience personnelle. Les bactéries sont le plus souvent des diplococcus, des grains isolés ou des chaînettes. La cause des abcès consistait tantôt en une affection générale, infection purulente, accidents post-puerpéraux, traumatisme chirurgical, tantôt en une affection locale dans laquelle le foyer n'avait jamais eu de communication avec l'air ambiant (contusion sans solution de continuité de la peau, abcès du sein, consécutif à la cessation de l'allaitement). Pour expliquer de pareils faits, on pourrait supposer que les microbes de la suppuration existent normalement dans les liquides de l'économie, qu'ils sont sans action nocive sur les tissus normaux, mais qu'ils déterminent la suppuration lorsque des tissus mortifiés ou lésés ne leur opposent plus une résistance suffisante. »

ZOOLOGIE. — *Sur les espèces de Mollusques arctiques trouvées dans les grandes profondeurs de l'océan Atlantique intertropical.* Note de M. P. FISCHER, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Quelle est la composition de la faune profonde des mers intertropicales? Les animaux qui peuplent ses abysses sont-ils particuliers à la région géographique, ou proviennent-ils d'une émigration d'espèces arctiques?

» Telle est la question que nous avons cherché à résoudre durant la campagne scientifique du *Talisman*. Pour arriver à ce résultat, il était nécessaire de longer les côtes de l'Atlantique du nord au sud, dans une certaine étendue, et de comparer les animaux dragués sous ces latitudes diverses avec ceux qui habitent aujourd'hui les mers arctiques. Cette opération a pu être faite en suivant une ligne qui coupe 30° de latitude, depuis l'embouchure de la Charente jusqu'au Sénégal.

» Nous avons constaté d'abord la différence extrême de la faune superficielle et de la faune profonde des mers de l'Afrique intertropicale : les genres ne sont plus les mêmes; leurs associations réciproques n'ont aucun rapport; si les restes de ces faunes, pourtant contemporaines, étaient fossilisés, on pourrait croire qu'ils correspondent à deux époques distinctes ou qu'ils représentent la population de deux mers sans communication.

» La faune abyssale des côtes du Sahara, du Sénégal, des îles du cap Vert renferme un certain nombre de Mollusques communs dans les mers arctiques (Finmark par exemple) et dont l'aire de distribution géogra-

phique doit être énorme. Nous citerons comme exemples les espèces suivantes :

« *Fusus berniciensis.* — Cette espèce du Finmark, du nord de la Russie, des îles Shetland, vit dans le golfe de Gascogne, et se retrouve sur toute la côte du Maroc et du Sahara (cap Cantin, Mogador, cap Bojador, cap Garnett), jusqu'à 2000^{m} de profondeur [1].

» *Fusus islandicus.* — De l'Islande, du Finmark. Habite aussi les grands fonds du golfe de Gascogne et a été dragué près du cap Cantin.

» *Scaphander puncto-striatus.* — Cette espèce du Finmark, des îles Lofoten et du nord de l'Amérique, est très répandue dans les mers profondes (golfe de Gascogne) et suit toute la côte d'Afrique jusqu'au Sénégal (1139^{m} à 2215^{m}).

» *Lima excavata.* — Ce gigantesque Lamellibranche n'était connu que sur les côtes de Scandinavie; nous avons été surpris en l'obtenant vivant au sud du cap Bojador. Il est fossilisé en Sicile et, d'après quelques fragments dragués par les naturalistes du *Challenger*, M. Jeffreys soupçonne son existence en Patagonie.

» *Malletia obtusa.* — S'étend des îles Lofoten jusqu'au Sénégal. Le *Malletia cuneata* a la même distribution.

» *Limopsis minuta.* — Du Finmark au Sénégal. Arrive jusqu'au cap de Bonne-Espérance.

» *Syndesmya longicallus.* — Vit au Finmark; a été retrouvé par nous dans le golfe de Gascogne et atteint le sud du Sahara (417^{m}-2518^{m}).

» *Neæra arctica* et *N. cuspidata*. Même distribution.

» *Pecten vitreus*. Groënland, Islande, Finmark. Retrouvé dans le golfe de Gascogne et au sud du Maroc.

» *Pecten septemradiatus*. Espèce commune à Vadsö. Elle descend jusqu'au cap Bojador, à des profondeurs très diverses. »

» Ces exemples sont suffisants pour montrer l'extension des formes arctiques sous les eaux des régions intertropicales; mais avec ces espèces on trouve un grand nombre de Mollusques appartenant aux familles des *Pleurotomidæ, Fusidæ, Marginellidæ, Mitridæ, Naticidæ, Trochidæ, Bullidæ, Dentaliidæ, Nuculidæ, Corbulidæ*, etc., qui jusqu'à présent sont inconnus dans l'Atlantique nord. La faune abyssale des côtes d'Afrique n'est donc pas uniquement composée d'espèces arctiques émigrées.

---

(1) Nous avons dragué, entre 2285^{m} et 5005^{m} de profondeur, une belle espèce nouvelle du genre *Fusus* dont l'animal était aveugle. — FUSUS ABYSSORUM : *Testa fusiformis, tenuicula; anfractus* 7-8 *convexi, sutura impressa et marginata discreti; embryonnales* 2 *læves, depressi, regulares; sequentes carinati, spiraliter trilirati et costulis radiantibus subclathrati; penultimus liris circiter* 16 *inæqualibus cingulatus; ultimus dimidium testæ superans, ventrosus, liris spiralibus densis, striis incrementi decussatis ornatus; canalis extrorsum flexuosus; apertura ovalis; labrum tenue, regulariter arcuatum; operculum subarcuatum, ovato-trigonum, nucleo apicali. Longit.*, 35; *lat.*, 20; *apert.*, 20^{mm} *longa.*

» Les espèces des mers froides que nous avons draguées présentaient dans leur distribution bathymétrique une particularité remarquable, pressentie d'ailleurs par S. Lovén. Les limites de leur profondeur augmentent à mesure qu'on s'avance vers l'équateur.

» Ainsi le *Fusus berniciensis*, qui vit au Finmark par 50-80 brasses, descend à 1918^m au cap Bojador; *Scaphander puncto-striatus*, trouvé par 20-250 brasses en Scandinavie, a été obtenu par 2200^m au cap Ghir; *Malletia obtusa*, qui apparaît vers 200 brasses sur les côtes de Norvège, atteint 3200^m au Sénégal; *Neæra arctica*, de Vadsö, par 60-100 brasses, a été dragué par 2075^m au cap Ghir, et 2994^m dans les parages des Açores, etc.

» Je pense donc que la température de l'eau règle la distribution des animaux marins plutôt que l'intensité de la lumière qui, sous toutes les latitudes, n'est plus perceptible à une distance relativement faible de la surface.

» Cette campagne a augmenté sensiblement le nombre des stations atlantiques des espèces réputées propres à la Méditerranée. Nous citerons :

« *Cassidaria thyrrena* (Sénégal), *Umbrella mediterranea* (îles du cap Vert), *Pedicularia sicula* (Açores), *Ranella gigantea* (Sahara), *Siliquaria anguina* (îles du cap Vert), *Pleurotoma undatiruga* (cap Blanc), *Nassa prismatica* (Maroc, Canaries), *Mitra zonata* (cap Blanc), *Xenophora mediterranea* (Sahara), *Carinaria mediterranea* (Sénégal), *Pyramidella minuscula* (îles du cap Vert), *Venus effossa* (cap Bojador), *Lima squamosa* (îles du cap Vert), *Pecten pes-felis* (îles du cap Vert), *Cytherea rudis* (cap Bojador), *Cardita aculeata* (cap Bojador), *Spondylus Gussoni* (Sahara), etc. »

» La faune méditerranéenne n'a probablement que très peu d'espèces qui lui soient propres; elle semble avoir été peuplée en grande partie par des colonies de l'Atlantique, après la période géologique qui a fermé sa communication avec l'océan Indien.

» Enfin nous signalons la découverte de quelques formes remarquables, décrites récemment d'après des exemplaires des eaux profondes de l'Amérique (*Pholadomya arata*, *Mytilimeria flexuosa*, etc.).

» Il nous reste à savoir si les espèces arctiques intertropicales se retrouvent sous l'Équateur et arrivent jusqu'aux abysses des régions australes; mais ce point si intéressant de la géographie zoologique ne peut être élucidé que lorsqu'une autre expédition scientifique reprendra au Sénégal la route suivie par le *Talisman* en 1883, et que la faune profonde des mers australes sera mieux étudiée. »

ZOOLOGIE. — *Sur la morphologie des Sarcoptides plumicoles.* Note de MM. E.-L. **Trouessart** et **P. Mégnin**, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Pour compléter ce que nous avons dit dans une Note précédente (*Comptes rendus*, séance du 3 décembre 1883), nous ferons connaître ici les principaux faits qui viennent modifier, sous certains rapports, les généralités relatives à cette sous-famille, que M. Ch. Robin a si magistralement exposées dans son Mémoire de 1868 (*Comptes rendus*, t. LXVI). Ces faits portent sur l'*œuf*, sur les *plaques tégumentaires*, sur le *polymorphisme des nymphes*, sur la *présence d'organes sexuels secondaires* et sur les *modifications de forme que présente la lèvre inférieure*.

» *Œuf.* — La plupart des Sarcoptides plumicoles sont ovipares : il est probable cependant que plusieurs espèces sont vivipares. On trouve, en effet, des femelles renfermant des embryons aussi développés que les plus jeunes larves, et ne présentant plus aucune trace d'enveloppe. Tel est le cas pour plusieurs espèces de *Freyana* et pour *Dimorphus Sternæ* (Canestrini), qui rentre dans le nouveau genre *Megninia* (Berlese).

» La coque de l'œuf n'est pas toujours unie et transparente : elle est quelquefois ponctuée ou tuberculeuse, et présentant une sculpture plus ou moins compliquée. Chez *Analges fuscus* (Nitzch), actuellement *Megninia fusca*, l'une des plus grandes espèces du groupe, l'œuf est pourvu, sur son bord convexe, d'un appareil de renforcement déjà vu et figuré par Buchholz en 1869, mais dont il n'a pu reconnaître la véritable nature. Cet appareil, formé d'une double rangée de cellules foncées, n'est comparable qu'à l'*anneau* du sporange des Fougères et constitue, comme chez ces végétaux, un organe de déhiscence, destiné à provoquer la rupture de la coque de l'œuf. On voit, en effet, sur les coques vides, cet appareil contourné en S, tandis que sur l'œuf plein, et non encore à maturité, il est tendu en arc de cercle.

» *Plaques tégumentaires.* — Les plaques dorsales ne sont pas toujours « finement granuleuses » comme sur les espèces observées par M. Robin. Elles sont souvent criblées de trous plus ou moins larges (*Freyana chorioptoïdes*, n. sp., *Pterodectes variolosus*, n. sp.), ou réticulées et se divisant en petites plaques hexagonales très régulières. La plaque de l'épistome présente souvent un dessin analogue à l'armure frontale de certains Reptiles. Enfin cette sorte de mosaïque est plus compliquée encore dans certaines espèces (*Pterolichus cataphactus*, n. sp.), où les petites plaques for-

ment des rosaces très élégantes, rappelant la disposition de la cuirasse des Glyptodontes.

» *Polymorphisme des nymphes.* — On trouve, chez beaucoup d'espèces, deux formes de nymphes différant par la taille, bien qu'elles soient toutes deux sur le point de subir leur dernière mue. Dans les *Ptérolichés*, ce sont bien les nymphes femelles qui sont les plus grandes, comme le dit M. Robin; mais dans les *Analgésés*, c'est le contraire qui est vrai : ce sont les grandes nymphes qui renferment des mâles, et cette particularité s'explique facilement par les proportions relatives des deux sexes. Chez *Megninia fusca* les nymphes mâles sont deux fois plus grosses que la femelle acouplée : celle-ci est de si petite taille, que pendant l'accouplement elle se loge tout entière dans l'espèce de manteau échancré qui termine l'abdomen du mâle, et que son rostre et ses pattes antérieures dépassent seuls en arrière : il faut un examen attentif pour s'apercevoir que l'on a affaire à un couple et non à un animal unique.

» *Organes sexuels secondaires.* — On peut considérer comme tels les singulières vésicules colorées en rouge et semblables à de petites cocardes, qui parent les flancs d'une espèce de *Pterolichus* (*Pt. ornatus*, n. sp.), vivant sur les Perroquets de la Nouvelle-Guinée. Ces vésicules sont bien distinctes de celles que l'on voit par transparence dans l'abdomen de beaucoup d'Acariens, et que l'on a considérées comme des Néphridies ou organes segmentaires modifiés.

» Les vésicules rouges de *Pterolichus ornatus* sont, chez la femelle, au nombre de deux paires : la première sur les flancs au niveau du sillon thoracique, la seconde à l'angle postérieur de l'abdomen, et en arrière des Néphridies qui se voient immédiatement en avant. Cette deuxième paire manque chez le mâle.

» A un fort grossissement, ces vésicules offrent l'apparence d'une glande réniforme aplatie, formée d'un grand nombre de tubes droits concentriques, borgnes à la périphérie et s'ouvrant dans un canal excréteur commun dont l'orifice est latéral pour la première paire, postérieur pour la seconde. La teinte rouge est due à un liquide couleur de sang qui remplit les tubuli, car on trouve des individus à vésicules incolores, bien que la constitution histologique de la glande soit la même. Il nous a été impossible de voir *distinctement* l'orifice externe. L'un de nous (M. Mégnin) a trouvé, chez les Tyroglyphes, des vésicules analogues, mais colorées en vert, et dont l'existence, chez la femelle, semble liée à l'ovulation. Claparède a également signalé, en 1868, sur l'*Atax Bonzi*, des *glandes cutanées*,

analogues par leurs formes et leur position, mais d'une structure plus simple. Ce sont là probablement des organes segmentaires modifiés, mais dont le rôle physiologique reste encore inconnu.

» *Modifications dans la forme de la lèvre inférieure.* — Dans les genres *Proctophyllodes* et *Pterodectes*, la lèvre se prolonge en deux lobes symétriques, élargis en raquette et plissés en éventail, qui s'avancent au-dessous des mandibules, à la face inférieure du rostre. Cette particularité anatomique n'avait pas encore été signalée. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur un procédé rapide de chauffage des vins.* Note de M. SENDERENS, présentée par M. Pasteur.

« Plusieurs vignobles de la Haute-Garonne et du Tarn, entre autres ceux de Villaudric et de Fronton, éprouvés en 1882 par le *Peronospora*, ont fourni à la récolte des vins très défectueux. Non seulement leur teneur en alcool était très faible, mais, de plus, la moindre exposition à l'air suffisait pour développer à leur surface un réseau filamenteux qui s'épaississait rapidement et finissait par tomber au fond du vase, entraînant avec lui toute la matière colorante.

» Après les expériences si connues de M. Pasteur, j'étais convaincu que le chauffage seul pouvait conserver ces vins, en détruisant les ferments qui déterminaient leur décomposition. Toutefois, comme les propriétaires reculaient devant les dépenses d'une première installation, et aussi devant la lenteur des systèmes de chauffage adoptés jusqu'à ce jour, j'essayai, sur les divers échantillons qui me furent présentés, l'action de certains éléments que des analyses préalables m'avaient démontrés exister en moindre proportion dans les vins de cette année que dans ceux des années précédentes. J'additionnai donc les vins de doses variables d'alcool, de tannin et d'acide tartrique : je n'obtins pas le moindre résultat, et la décomposition marchait aussi vite dans ces vins que dans ceux qui n'avaient pas été traités.

» Au contraire, les vins chauffés entre 60° et 65° se conservaient parfaitement. Au-dessous de 60°, la décomposition des vins s'est toujours faite après un temps plus ou moins long, selon le degré auquel on avait porté la température, et lors même qu'on l'avait maintenue pendant cinq à six heures.

» En présence de ces résultats, je me suis déterminé à proposer aux vi-

ticulteurs qui m'avaient consulté un système de chauffage rapide et peu coûteux, qui a été immédiatement appliqué.

» Une chaudière en cuivre, large et peu profonde, est fermée par un couvercle de même métal fixé par des pinces en fer. Ce couvercle porte un tube, plongeant jusqu'au fond de la chaudière; la partie extérieure de ce tube se termine en un large entonnoir. Le vin arrive dans cet entonnoir par un robinet qui sert à modifier la vitesse de l'écoulement, s'échauffe dans la chaudière et en sort par un trop-plein situé à la partie supérieure de la chaudière et muni lui-même d'un robinet. La température du vin à sa sortie est donnée par un thermomètre plongeant dans une gaine en cuivre que porte le couvercle, et qui descend à peine au-dessous du niveau du trop-plein.

» Supposons, au commencement de l'opération, la chaudière remplie de vin et chauffée à feu nu au moyen d'un bon fourneau à flamme contournante. Dès que le thermomètre marque 60° ou 65°, on ouvre les deux robinets du réservoir et de la chaudière, et l'on a soin de régler la vitesse d'écoulement, de telle sorte que cette température se maintienne dans ces limites, ce qui est toujours facile. On a, de cette façon, un écoulement continu. Le vin ne fait que passer, prend la température voulue et se rend dans les fûts destinés à le recevoir.

» Indépendamment de la rapidité des opérations, on pouvait prévoir qu'avec un pareil système le vin n'aurait pas ce goût de cuit qu'il ne manque pas de prendre lorsqu'il séjourne trop longtemps au contact d'un foyer.

» Ces prévisions se sont réalisées, et voici les résultats pratiques d'une de ces expériences.

» Dans une chaudière de 300^{lit}, on a chauffé en douze heures, aux températures de 60° à 65°, 130^{hlit} de vin, ce qui donne plus de 18^{lit} par minute. Le vin chauffé a parfaitement passé l'été, sa couleur s'est modifiée et il n'avait nullement le goût de cuit. Le vin non chauffé a achevé de se troubler durant la période des chaleurs. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur un Nématode parasite de l'oignon vulgaire.* Note de M. JOANNES CHATIN, présentée par M. Pasteur.

« On sait que le parasitisme des Nématodes ne s'exerce pas seulement aux dépens des animaux, un certain nombre de ces Helminthes s'attaquant à divers végétaux, chez lesquels ils déterminent des altérations plus ou moins

graves. L'Anguillule du blé niellé est fort anciennement connue; une espèce voisine, parasite du caféier, a été étudiée par M. C. Jobert; d'autres Vers, appartenant au même groupe, s'observent chez les Dipsacées, les Mousses, etc., ainsi que j'ai eu l'occasion de le rappeler dans une Communication datant de quelques années.

» L'Helminthe qui fait l'objet de la présente Note vit en parasite chez l'oignon vulgaire (*Allium Cepa* L.) et y devient l'origine d'une maladie dont j'ai pu suivre les différentes phases, grâce à l'extrême bienveillance de M. Pasteur, qui me remit, au mois de mai 1881, un fragment de bulbe infesté par ces Nématodes. J'ai dû différer la publication des résultats de mes recherches en raison du temps nécessaire pour suivre le développement et le mode de propagation de l'Helminthe, pour apprécier exactement sa résistance vitale, etc. Je me bornerai même aujourd'hui à résumer les points principaux de son histoire; les détails anatomiques, embryogéniques, etc., devant trouver place dans un travail plus étendu.

» Par l'ensemble de ses caractères et spécialement par la constitution de son tube digestif, comme par l'organisation de son appareil reproducteur, l'Anguillule de l'oignon doit être rangée dans le grand genre *Tylenchus*, et tout autorise à penser qu'elle représente une espèce distincte de celles qui ont été décrites jusqu'à ce jour.

» C'est à l'état larvaire que l'Helminthe pénètre dans le bulbe, qu'il attaque au niveau de « l'axe fondamental »; puis il se répand dans les racines et à la base de la tige florifère, respectant en général les tuniques extérieures, mais désorganisant complètement le tissu central, s'engageant même dans les faisceaux fibro-vasculaires et les réduisant à une masse brunâtre et pultacée dans laquelle on ne découvre bientôt plus que des débris de spiricules trachéens.

» L'Anguillule atteint alors son complet développement : les organes sexuels, ébauchés dans la larve, achèvent rapidement de se constituer, la fécondation s'opère; des œufs sortent les jeunes larves claviformes, que la désagrégation du bulbe ne tarde pas à mettre en liberté. Elles rampent dans la terre ambiante, si toutefois celle-ci est suffisamment humide; dans le cas contraire, elles y demeurent desséchées et à l'état de vie latente jusqu'au moment où des conditions favorables leur permettent de revenir à la vie active. Arrivées au voisinage d'un *Allium* normalement développé, elles y pénètrent comme il a été dit plus haut, et le cycle recommence.

» On s'explique ainsi comment le même bulbe renferme à la fois des adultes, des œufs et des larves; on s'explique aussi comment le parasite

peut se transmettre, avec la plus grande facilité, d'un pied à un autre et comment il se propage rapidement dans toute la plantation. Quant à la propagation par les organes floraux, etc., elle est rare, l'Anguillule ne pouvant que difficilement les atteindre, en raison même des lésions initiales qu'elle détermine dans le bulbe et qui ont pour effet d'arrêter le développement de la tige florifère ou de la dessécher promptement.

» Les larves présentent une faculté de réviviscence analogue à celle qu'on observe chez les larves de l'Anguillule du blé niellé, mais il semble que cette faculté soit ici moins puissante. J'ai pu encore la constater chez des larves conservées durant vingt-six mois dans un flacon sec et bien bouché; au delà de cette période, je n'ai plus obtenu que des résultats négatifs. Les Anguillules adultes, soumises à la dessiccation, périssent rapidement; il en est de même quand on les soumet à un froid de $-10°$, qui est sans action sur les larves. L'eau acidulée, l'alcool étendu tuent instantanément les adultes, tandis que les larves y conservent leur vitalité durant quelque temps.

» Ces faits sont sensiblement comparables à ceux qui s'observent avec l'Anguillule du blé niellé; mais le parasite de l'oignon témoigne constamment d'une moindre résistance vitale. Il n'y a qu'une exception à relever à cet égard : M. Davaine a montré que l'Anguillule du blé niellé, introduite dans le tube digestif des Poissons, des Batraciens et des Reptiles, s'y conservait intacte, tandis que, si l'on répétait l'expérience sur des Oiseaux ou des Mammifères, le Ver ne tardait pas à être digéré. Or l'Anguillule de l'oignon ne subit, dans ce même milieu, aucune altération et se retrouve nettement caractérisée, soit dans les déjections, soit dans le contenu de l'intestin, si l'animal a été sacrifié peu de temps après l'ingestion des fragments végétaux renfermant ces Helminthes. On pourrait ainsi être exposé à les considérer comme de véritables parasites de l'hôte dans lequel ils ont été accidentellement introduits, et chez lequel ils ne peuvent prendre aucun développement, ni subir aucun enkystement, comme je m'en suis assuré.

» Les agents usités pour combattre l'Anguillule du blé niellé peuvent être employés contre le parasite de l'oignon; mais la mesure la plus efficace consiste à arracher les pieds malades et à les incinérer. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Culture de plantes dans des dissolutions de matières organiques en décomposition.* Note de M. V. **Jodin**.

« On sait qu'il est possible, et même assez facile, de cultiver des plantes terrestres dans des solutions minérales et de leur faire produire des graines fertiles sans le secours de la terre végétale. Ce procédé peut s'appliquer avec succès non seulement à des plantes annuelles, mais aussi à des plantes bisannuelles ou vivaces. J'ai pu, par exemple, dans ces conditions, obtenir le cycle complet de la végétation de la betterave, depuis la germination jusqu'à la fructification. Pendant la première année, il se produit des tubercules qui restent toute la saison froide dans leur eau de culture, et reprennent l'année suivante le cours de leur végétation en donnant des fleurs et des graines.

» Il y a quelques années, je fis l'essai d'un autre mode de culture. Il s'agissait d'élever des plantes dans des solutions de matières organiques en décomposition, autrement dit, dans des solutions d'engrais d'origine organique. Comme engrais, je choisis d'abord des débris végétaux, des plantes entières de pois desséchées et pulvérisées. Environ 10^{gr} de cette poudre étaient renfermés dans un diaphragme de porcelaine dégourdie, fermé exactement par un obturateur de même matière. Ainsi préparé, ce diaphragme était immergé sous une couche de $0^{m},15$ d'eau distillée, contenue dans un vase de dimensions convenables.

» A la surface de cette eau, sur des flotteurs ou autrement, on dispose les graines d'expérience. La poudre de pois du diaphragme se trouve bientôt mouillée et cède petit à petit à l'eau extérieure ses parties solubles. Il se forme ainsi une véritable infusion à froid, dont s'emparent les ferments naturels de l'atmosphère, bactéries, vibrions, etc., pour en opérer la décomposition. Corrélativement à cette décomposition, se poursuit le développement des graines, qui germent, poussent et fructifient, en s'assimilant une partie des éléments minéraux et de l'azote de l'engrais. Au bout de trois ou quatre mois, lorsque la récolte est mûre et enlevée, on retrouve généralement dans le diaphragme poreux une partie de l'engrais qui a résisté aux lavages et fermentations qui se sont succédé; le liquide a perdu l'odeur putride qu'il exhalait au commencement de l'expérience; il est limpide, un peu coloré et recouvre un léger dépôt de mucédinées et de ferments divers. Par l'évaporation, ce liquide laisse un résidu de potasse, unie, semble-t-il, à une matière organique brune (hu-

mique). Lorsque l'on calcine ce résidu, généralement il fuse un peu et témoigne de la présence de l'acide azotique, qui peut être constatée chimiquement d'ailleurs. Lors de mes premières observations, ce résultat m'avait fort étonné. MM. Schlœsing et Müntz n'avaient pas encore publié leurs belles recherches sur la nitrification, et il me paraissait difficile d'expliquer, avec les théories régnantes, cette nitrification produite dans mes expériences, alors que l'influence des corps poreux et de l'aération se trouvait nulle ou très réduite.

» Voici un exemple du rendement de ce procédé de culture expérimentale; il s'applique à une graine de pois nain et à une graine de maïs quarantain, cultivées ensemble dans le même vase :

La poudre de pois servant d'engrais pesait, séchée à 100°	gr 8,00
La récolte de maïs, également desséchée à 100°	5,82
» des pois, » » »	1,10
Les deux récoltes ensemble	6,92
Dans le diaphragme restait encore : engrais non décomposé	2,86

» Relativement à l'azote :

L'engrais primitif contenait : azote	gr 0,267
Le résidu de cet engrais à la fin de l'expérience : azote	0,059
Les récoltes ensemble	0,113
Le liquide de culture restant, dans le vase	traces
Total de l'azote retrouvé	0,162

» C'est donc environ 35 à 36 pour 100 de l'azote primitif qui auraient disparu, sous forme d'ammoniaque ou d'azote gazeux, pendant l'expérience.

» Cet exemple suffit pour montrer les ressources que, avec quelques modifications, pourrait fournir ce dispositif, pour l'étude de certaines questions de Physiologie et d'Agronomie qui ne sont pas encore suffisamment éclaircies. C'est ce qui m'a engagé à le faire connaître. »

GÉOLOGIE. — *Relations des roches ophitiques avec les substances salines, particulièrement dans les Pyrénées.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Daubrée.

« Une opinion encore généralement admise veut que les gypses, sels, etc., et les roches ophitiques, là où elles coexistent, aient une origine commune

et que cette origine soit éruptive. J'ai étudié cette question complexe au point de vue géologique et au point de vue chimique, en France et en Italie.

» I. *Côté géologique.* — 1° Il existe d'un bout à l'autre des Pyrénées des masses ophitiques intercalées dans les terrains anciens compris entre le gneiss et le calcaire à goniatites : c'est le *trapp primitif* de Charpentier. Ces gisements ne montrent en aucun point trace de substances salines. 2° Le *pyroxène en roche* de Charpentier, qui correspond surtout à la lherzolite, n'est jamais, comme l'a établi M. Mussy, associé à des substances salines. 3° Il s'en faut de beaucoup que tous les gisements d'ophites proprement dites soient accompagnés de substances salines et réciproquement. 4° Dans le sud-est de la France, où j'ai étudié plus de 600 gisements triasiques de gypses, pas un seul ne m'a montré de roches ophitiques; mais, si l'on descend dans le carbonifère et les schistes qui le supportent, alors les roches ophitiques, identiques à celles des Pyrénées et de la Corse, reparaissent en abondance, mais sans qu'il existe jamais en relation avec elles la moindre trace de dépôt salifère. 5° En Corse, où règnent par excellence les roches ophitiques, il n'y a pas trace de gypse, ni à leur contact, ni en dehors d'elles : la Corse ne possède pas de gypse. 6° En Italie, on retrouve, jusque dans les détails, les faits révélés par l'étude des Pyrénées et du Var : à côté de régions où les gypses sont associés, au moins comme voisinage, avec les ophites, il en est d'autres où se montre un énorme développement de roches ophitiques sans aucune trace de substances salifères. 7° Il y a bien plus : le gisement ophitique par excellence, celui qui depuis un demi-siècle revient toujours au premier rang dans la question des ophites, le célèbre *dyke* de Bidart, près de Biarritz, n'est nullement un *dyke*, ni même *en aucune façon un gisement en place.* Les ophites de cette station sont des blocs *absolument roulés, en très petit nombre et ne se touchant pas.* Il y a plus encore : les vagues de l'Océan, en démolissant la côte, entraînent peu à peu tout ce qui fait saillie ou tout ce qui n'est pas suffisamment résistant ; les gypses étant dans ce cas laissent échapper de temps en temps un bloc d'ophite, et dans un petit nombre d'années le gisement de Dufresnoy, déjà extrêmement diminué, sera comme le gisement gypseux situé un peu plus au sud sur cette même côte de Bidart ; il ne montrera plus dans les dépôts gypseux en place la moindre trace d'ophite.

» II. *Côté chimique.* — Un ensemble de recherches géologico-chimiques m'a conduit peu à peu à cette conclusion, que la plupart des sub-

stances salines existant dans l'écorce de notre globe étaient, ou directement ou par voie de redissolution, des produits provenant de l'évaporation des eaux des anciennes mers. J'ai établi, en particulier, les points suivants : 1° les gypses des anciens âges et ceux des marais salants contiennent de la strontiane reconnaissable avec moins de $0^{gr},01$; 2° il suffit de quelques milligrammes de marnes gypseuses et de boue des marais salants pour mettre en évidence complète la présence de la lithine; 3° les eaux provenant du lavage des terrains salifères et les dernières eaux mères des marais salants contiennent de l'acide borique en quantité tout à fait imprévue; 4° dans les deux cas, ces eaux renferment des quantités notables d'ammoniaque toute formée; 5° les dépôts salifères et les dépôts des marais salants contiennent des quantités sensibles de substances métallifères, manganèse, cuivre, zinc, et de l'acide borique, de l'acide phosphorique, des composés du vanadium.

» J'ai soumis à la même série d'essais les produits constitutifs des terrains salifères des Pyrénées; les résultats ont été identiques à ceux que je viens de résumer pour les dépôts correspondants du sud-est de la France.

» La conclusion qui résulte de l'ensemble des résultats qui viennent d'être exposés est que les ophites et les gypses sont indépendants; mais alors comment expliquer cette association si fréquente et, en apparence du moins, si intime des ophites et des gypses dans les Pyrénées et en Italie? Voici l'explication qui résulte de mes recherches.

» Un fait est absolument certain, c'est que dans les dépôts sédimentaires généralement gréseux qui séparent le calcaire à goniatites de la base de l'infra-lias à *Avicula contorta*, il existe, à l'*état de cailloux roulés non décomposés*, de *sables* et d'*argiles*, des parties qui proviennent de la destruction de roches ophitiques : 1° les cailloux roulés d'ophite non décomposés dans des assises inférieures aux gypses existent partout dans les Pyrénées, malgré les dénégations et les protestations de savants et autorisés géologues; j'ai souvent vu les cailloux roulés d'ophite faisant partie intégrante de couches bien stratifiées inférieures aux dépôts de gypses; 2° j'ai recueilli entre Fitou et la Rhune, c'est-à-dire de la Méditerranée à l'océan Atlantique, 162 échantillons de sable et 181 échantillons d'argile, que j'ai soumis à un examen chimique. La composition des roches primordiales, source directe ou indirecte des argiles ordinaires, étant très différente de celle des roches ophitiques, l'analyse chimique me permettait de recon-

naître immédiatement si une argile ou un sable donnés avaient pour origine l'un ou l'autre de ces deux types de roches.

» Cette étude m'a montré que, d'un bout à l'autre des Pyrénées, particulièrement dans les assises qui servent de substratum au gypse, il existe des dépôts argileux provenant, de la façon la plus certaine, de la destruction de roches ophitiques. Cela établi, les relations des gypses et des ophites s'expliquent de la manière la plus simple. Les gypses des Pyrénées, constitués et associés comme ceux du sud-est de la France, proviennent, comme eux, de l'évaporation d'eaux marines; mais ces eaux n'ont pu s'évaporer que dans des lagunes, c'est-à-dire dans des parties basses où s'étaient nécessairement accumulées des vases. Or, suivant les lieux, ces vases étaient ou n'étaient pas des produits de décomposition de roches ophitiques ; suivant les lieux aussi, ou plutôt suivant l'état orographique des lieux, une surface donnée pouvait devenir ou ne pas devenir une lagune ; enfin, toutes choses restant égales, une roche (ophitique ou non) qui se décompose facilement permettra mieux qu'une autre à la mer de former une lagune à fond imperméable, c'est-à-dire permettra mieux l'établissement d'un état de choses indispensable à la concentration du gypse et du sel. Voilà pourquoi les gypses reposeront ici, à Rimont par exemple, sur des argiles ophitiques parfaitement stratifiées et renfermant dans leurs assises des cailloux d'ophite roulés ; voilà pourquoi, ailleurs, il existera des gypses sans ophites; voilà pourquoi surtout des régions entières montreront d'immenses gisements d'ophites sans trace de substances salines. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un chlorosilicate de chaux.* Note de M. **Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Dans une Communication antérieure ([1]), j'ai annoncé incidemment avoir obtenu, par l'action de la chaux sur la silice en présence du chlorure de calcium fondu, un composé cristallisé en tables rectangulaires, auquel j'attribuais la formule du péridot calcaire, SiO^2, $2CaO$; mais je n'avais pas réussi alors à isoler ces cristaux, extrêmement altérables, d'une façon assez complète pour en faire l'analyse ni en déterminer les propriétés. J'ai repris depuis l'étude de ce composé, que je croyais présenter un certain intérêt au point de vue de mes recherches sur les ciments, et

([1]) *Comptes rendus*, séance du 27 mars 1882.

j'ai reconnu que ce n'était pas le silicate simple que je supposais, mais une combinaison de ce silicate et de chlorure de calcium qui répond à la formule

$$CaCl + SiO^2, 2CaO.$$

» Je l'obtiens en fondant au rouge sombre un mélange de $1^{éq}$ de silice, $2^{éq}$ de chaux et $4^{éq}$ de chlorure de calcium. Après refroidissement, la masse, pulvérisée grossièrement, est mise en digestion dans l'alcool absolu, que l'on renouvelle de temps en temps; le lavage est ainsi continué jusqu'à ce que le dissolvant n'enlève plus de chlorure de calcium. Cette opération, très lente, demande près d'un mois; mais on ne peut remplacer l'alcool absolu par l'eau ni même par l'alcool ordinaire, qui altèrent très rapidement les cristaux. Le résidu insoluble, composé de cristaux microscopiques, tous identiques, présente la composition suivante :

	Observé.	Calculé.
SiO^2	20,5	21,2
Cl	25,4	25,2
CaO	59,6	59,3
	105,5	105,7
A déduire $O^{éq}$ à Cl	5,7	5,7
	99,8	100,0

» La densité de cette poussière cristalline est $D = 2,77$.

» La chaleur de dissolution de ce composé dans l'acide chlorhydrique étendu ($1^{éq}$ par litre) est

$$SiO^2, 2CaO, CaCl + nHCl = 36^{cal}.$$

» Les cristaux préparés par la méthode précédente, dont les plus grandes dimensions ne dépassent pas quelques centièmes de millimètre, sont beaucoup trop petits pour permettre des mesures d'angle. Je les ai obtenus plus volumineux en remplaçant la silice calcinée par des fragments de quartz, dont l'attaque par la chaux est beaucoup plus lente; ils viennent, dans ce cas, se former à la surface du chlorure de calcium fondu, où ils restent suspendus par capillarité. Je les enlève alors sans laisser refroidir la masse, au moyen d'une cuiller de platine, et je les sépare du chlorure de calcium en excès, au milieu duquel ils sont empâtés par une seconde fusion, sur une lame de platine; le sel fondu s'écoule en grande partie, laissant presque à sec les cristaux, dont on peut ramasser les plus gros au bout de

brins d'amiante. Une nouvelle calcination achève d'enlever le chlorure de calcium qui s'imbibe par capillarité dans l'amiante; le nettoyage est enfin terminé par un lavage rapide à l'alcool absolu.

» J'ai obtenu ainsi des cristaux de $\frac{1}{10}$ de millimètre d'épaisseur sur lesquels il a été possible d'effectuer quelques mesures, assez difficiles il est vrai, car les faces naturellement peu réfléchissantes se ternissent complètement au bout de très peu de temps, par suite de l'altération que leur fait éprouver l'humidité atmosphérique.

» M. Mallard a bien voulu se charger de faire l'étude cristallographique de ce composé.

» Les cristaux appartiennent au système orthorhombique et présentent les formes simples

$$m = 110, \quad g^1 = 100, \quad e^1 = 101.$$

Les faces g^1 sont très développées, ce qui donne aux cristaux la forme de tables rectangulaires terminées par de petits biseaux. Il existe un clivage très net, parallèle à h^1, et un moins net, parallèle à g^1 :

$$a : b : h = 1 : 0,726 : 0,287.$$

	Angles	
	des faces.	des normales.
m/m (110)($\bar{1}$10)............	108°	72°
m/g^1 (110)(100)............	126	54
e^1/e^1 (101)($\bar{1}$01)............	148	32
e^1/g^1 (101)(100)............	106	74

» Double réfraction énergique. Plan des axes g^1. Bissectrice négative perpendiculaire à h^1.

» Angle des axes dans l'air = 25° environ, $\rho > \upsilon$.

» On ne connaissait pas encore de composés semblables; les silicates naturels, qui renferment du chlore, en contiennent beaucoup moins et ce sont toujours des silicates complexes auxquels il est impossible, sauf pour la sodalite, d'attribuer une formule définie. Il est à présumer cependant que ce chlorosilicate appartient à une famille nombreuse, analogue à celles des chlorophosphates, chlorovanadates, etc.

» Je me propose de chercher à obtenir des composés semblables avec les bromure, iodure et fluorure de calcium. »

MINÉRALOGIE. — *Recherches expérimentales sur la vitesse des courants d'eau ou d'air susceptibles de maintenir en suspension des grains minéraux.* Note de M. J. Thoulet, présentée par M. Daubrée.

« Je me suis proposé de compléter les importantes recherches de M. Daubrée sur l'entraînement des sables et le dépôt des matières pesantes par les courants d'eau. Sous l'action des eaux en mouvement, les grains de sable se choquent les uns contre les autres, émoussent par un frottement réciproque leurs arêtes vives, s'arrondissent et s'usent jusqu'au moment où leur volume est devenu assez petit pour qu'ils flottent au sein du liquide qui les agite. Ils demeurent alors comme suspendus, obéissent, sans y résister, à tous les mouvements qui leur sont imprimés, et cessent de diminuer de volume. La limite d'usure dépend donc de la densité du grain, de sa dimension et du mouvement du liquide. Deux de ces variables étant connues, on en déduira la troisième, au moyen d'une mesure facile à exécuter d'une manière suffisamment rigoureuse sous le microscope. La solution du problème intéresse la Géologie, car elle permet, à la seule inspection des grains d'un grès, par exemple, de fixer une limite à la force des courants qui ont présidé au dépôt de ce grès et par suite de connaître, dans une certaine mesure, si la mer géologique au milieu de laquelle il s'est formé était plus ou moins vaste, plus ou moins profonde et agitée, si le dépôt s'est accompli dans un golfe abrité ou sur une plage exposée à toute la fureur des tempêtes.

» J'ai déterminé la force que doit avoir un courant d'eau pour maintenir en suspension des particules solides de densités et de dimensions variées. Pour cela, un tube de verre bien calibré, et de rayon exactement mesuré, est dressé verticalement et mis en communication, par un tube en caoutchouc, avec un robinet dont l'ouverture est aisée à augmenter ou à diminuer lentement, ce qui permet l'entrée d'un courant d'eau ascendant dont on règle à volonté l'intensité. On introduit successivement dans le tube des sphères dont le rayon et le poids, et par conséquent la densité, sont connus; elles sont fabriquées en cire et contiennent en leur centre un grain métallique plus ou moins pesant, plomb, étain, cuivre ou or; on produit un courant d'eau suffisant pour maintenir la sphère absolument immobile en un point fixe du tube, enfin on recueille et l'on pèse l'eau écoulée pendant un temps déterminé; la vitesse est évaluée en milligrammes d'eau s'écoulant par seconde par chaque millimètre carré de section du tube.

» On a étudié et représenté par des courbes, figurant les résultats numériques de très nombreuses expériences :

» 1° L'influence de la hauteur à laquelle on maintient en équilibre la sphère dans le tube; pour cela, on soutient la même sphère immobile en divers points du tube et l'on mesure chaque fois la quantité d'eau écoulée;

» 2° L'influence de la densité et du volume du corps immergé. Les densités expérimentées ont varié de 1,18 à 12,01, les rayons entre 0^{mm} et 2^{mm},5. Il suffit de multiplier le nombre des expériences, dans un même tube, avec des sphères de rayon et de densité variables, de pointer les résultats et de tracer ensuite la courbe par interpolation;

» 3° L'influence du rayon du tube : on opère avec la même sphère dans des tubes de rayons différents;

» 4° L'influence de l'inclinaison du tube, en répétant les mesures avec la même sphère et le même tube, ce dernier étant successivement incliné sous des angles de 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° et 90°, c'est-à-dire vertical.

» Cet ensemble de courbes permet de résoudre, au moyen d'un double décimètre, le problème dont l'énoncé est donné plus haut.

» Les mêmes courbes ont été dressées en remplaçant, dans les expériences précédentes, le courant d'eau par un courant d'air, de manière à pouvoir ainsi, deux quelconques de trois quantités, vitesse du vent, densité et dimension des grains de sable entraînés par le vent étant connues, déterminer la troisième. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les lueurs crépusculaires.* Note de M. E. Marchand, présentée par M. Faye.

« Les lueurs crépusculaires extraordinaires, récemment signalées à l'Académie, ont été vues à l'Observatoire de Lyon : 1° le soir, les 26, 27, 29, 30 novembre, 2, 4, 16 et 20 décembre; 2° à l'est, le matin, les 1er et 19 décembre; mais les observations du soir sont plus nettes que les autres : ce sont les seules dont nous parlerons.

» On a généralement constaté une forte lumière rouge orangé au voisinage de l'horizon, rouge sombre un peu plus haut, et cela quelquefois jusqu'au zénith. A mesure que le Soleil s'abaissait au-dessous de l'horizon, le phénomène allait en s'affaiblissant peu à peu, la teinte orangée disparaissait la première et cessait deux heures environ après le coucher du Soleil.

» Presque toujours des cirrhus très légers, souvent à peine visibles, et disposés en filaments assez longs et parallèles, ont été constatés dans la partie du ciel éclairée par le crépuscule. D'autres fois, des cirrhus, très visibles et colorés en rouge, ont été vus jusqu'au zénith, notamment le 1[er] décembre, avant le lever du Soleil et, le 16, après le coucher de cet astre.

» Notons cependant que le 23 novembre, au matin, des cirrhus analogues ont été observés par M. Luizet, à la station du Mont-Verdun, sans qu'ils aient été simultanés avec les lueurs dont nous parlons, mais au contraire au milieu d'un ciel très beau et d'une atmosphère en apparence très transparente; à $6^h 13^m$, on voyait, presque au zénith de la station, une bande isolée de cirrhus, formée de filaments fusiformes, tous dirigés perpendiculairement à son axe et vivement colorés en rouge violet. Cette bande de cirrhus était encore visible, mais blanche, un peu après le lever du Soleil, qui avait lieu à $7^h 16^m$.

» Enfin, le 5 décembre, pendant toute l'après-midi, le 19 et le 20 décembre pendant toute la matinée, j'ai observé, à Saint-Genis, le phénomène suivant, qui paraît se rattacher au même état particulier de l'atmosphère que les lueurs crépusculaires : il y avait alors, autour du Soleil comme centre, un espace circulaire fortement éclairé par de la lumière blanche et d'un rayon d'environ de 10°; au delà, une grande couronne de lumière rose, concentrique à la première, avec une teinte orangée à l'intérieur. Cette couronne, qui paraissait avoir un diamètre extérieur d'environ 40° à 45°, différait cependant d'un halo par sa largeur, d'à peu près 10°; les contours n'en étaient pas nets et, à l'extérieur, elle se confondait progressivement avec le bleu du ciel.

» J'ajoute que, le 5 décembre, cette couronne resta parfaitement visible jusqu'à $4^h 40^m$ (le Soleil se couchait ce jour-là à $4^h 14^m$) et qu'elle cessa de l'être non point par portions successives, mais presque toute à la fois, après s'être un peu affaiblie; le crépuscule ne présenta d'ailleurs rien d'exceptionnel.

» Le 20 décembre, les lueurs crépusculaires du soir étaient au contraire très brillantes : la couronne dont je parle avait été observée toute la matinée, et le soir, de 5^h à $5^h 30^m$ (le Soleil s'était couché à $4^h 17^m$), on a remarqué que la lueur crépusculaire était limitée par un arc de cercle dont le sommet s'élevait de quelques degrés (8° à 5°) au-dessus de l'horizon.

» Cette couronne s'est toujours produite au milieu de petits nuages très

légers, ayant l'aspect de cirrhus disposés en filaments parallèles. Le 5 décembre, il y avait deux systèmes de ces filaments, perpendiculaires l'un à l'autre ».

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation de lueurs crépusculaires à Valence, dans la soirée du 2 décembre.* Extrait d'une Lettre de M. **P. du Boys** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Le dimanche 2 décembre, l'horizon était clair au coucher du Soleil : de longues bandes de nuages assez épais s'étendaient un peu au-dessus de l'horizon ; plus haut, de légères vapeurs blanches couvraient en grande partie le ciel.

» Vers la fin du crépuscule ordinaire, l'horizon a commencé à prendre une teinte rouge orangé, qui a bientôt tourné au rouge vif très intense. L'illumination, s'étendant au delà des bandes de nuages, n'a pas tardé à atteindre le zénith ; l'intensité était décroissante de l'horizon au zénith, et la couleur tournait au jaune orangé très pâle.

» Mais, dans les régions élevées, l'aspect n'était pas uniforme comme en bas. C'était absolument celui de légers nuages, éclairés uniformément et couvrant partiellement un ciel obscur. Ce fond obscur correspondait à un ciel serein, car j'y ai vu plusieurs étoiles. Je n'en ai distingué aucune même dans les parties faiblement éclairées.

» Vers $6^h 15^m$, l'horizon seul était encore rouge sombre. Le phénomène a complètement cessé quelques minutes plus tard.

» La partie éclairée de l'horizon s'étendait du sud au nord-ouest. La zone la plus brillante correspondait très sensiblement au milieu de la zone éclairée. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations de lueurs crépusculaires à Rambouillet, dans les soirées des 15 et 18 décembre.* Extrait d'une Lettre de M. **A. Laugier** à M. d'Abbadie.

« Comme à Paris, à Cannes et dans les autres localités signalées à l'Académie, j'avais pu observer à Rambouillet les lueurs qui ont illuminé le ciel dans les dernières soirées de novembre ; mais les mêmes parti-

cularités me sont apparues, avec un éclat notable, le samedi 15 et le mardi 18 décembre.

» Le phénomène a paru présenter, ces deux soirs, deux phases bien distinctes. D'abord, entre 4^h et $4^h 15^m$, l'horizon du ciel, spécialement le mardi 18, a laissé voir, coupant d'une ligne très nette sa coloration très rose, deux bandes *d'un vert très caractérisé* et très persistant, cette première phase coïncidant avec le coucher du Soleil; puis, trois quarts d'heure après, à 5^h moins 5^m environ, les légers nuages qui couvraient l'horizon par places, et une partie du ciel jusqu'au zénith, se sont colorés rapidement d'une teinte rosée bien caractéristique, ayant l'éclat que donne le reflet d'un incendie, qui s'est étendue même, quoique d'une façon moins intense, sur toute la voûte céleste; puis, tout à fait à l'horizon du côté de l'ouest, à 5^h précises, est apparu comme un large ruban rouge-sang, analogue sans doute à la bande cramoisie qui a été observée par M. de Helmholtz à Berlin, dans les derniers jours de novembre.

» Le samedi 15 décembre, le ciel s'est également illuminé jusqu'au zénith d'une magnifique lueur d'incendie.

» Ces deux soirs, la lueur s'est prolongée jusqu'à $5^h 15^m$ au moins.

» Le mercredi 19, par un temps très nuageux, j'ai pu constater encore, mais avec beaucoup moins d'intensité, les deux phases de coloration, l'une accompagnant le coucher du Soleil, l'autre le suivant de trois quarts d'heure environ.

» Je crois devoir encore ajouter, sans être à même d'apprécier si le phénomène est de même nature que les précédents, que, le mercredi matin, 5 de ce mois, j'ai constaté qu'il faisait jour à 7^h moins 5^m du matin, lorsque, depuis plusieurs jours avant cette date, la nuit était à la même heure restée à peu près complète. L'horizon, à l'est, avait une teinte d'un rose singulier; et cette couleur montait presque au zénith, présentant une singulière analogie avec le météore observé dans les soirées de ces derniers jours. »

M. **Broch** annonce à l'Académie qu'il a reçu dernièrement de M. *Fearnley*, directeur de l'observatoire de Christiania (59° 54′ 44″ de latitude), quelques renseignements plus précis sur le coucher du Soleil si remarquable des derniers jours de novembre.

« Déjà le 29 novembre, quelques personnes avaient aperçu, de 5^h à $5^h 30^m$, une lueur rouge assez intense pour frapper les observateurs et

faire croire d'abord à un incendie; mais le ciel devint bientôt trop couvert pour qu'on pût continuer à observer ce phénomène.

» Le 30 novembre, le ciel était très serein, et le coucher du soleil, qui, à Christiania, à cette époque, a lieu à $3^h 4^m$, était magnifique, mais rien d'extraordinaire n'apparut que vers 5^h : le ciel, très clair, commença à prendre une couleur rose vers l'ouest, qui s'accentua de plus en plus jusqu'à $5^h 30^m$, où son aspect était alors celui du cuivre chauffé au rouge vif. Après $5^h 50^m$, la lueur commença à diminuer; mais, à $6^h 10^m$, M. Fearnley observait encore vers l'horizon une bande rouge, tranchant sur la teinte du ciel toujours très serein, mais sombre. A cette heure, le centre du Soleil se trouvant à 21° 16′ au-dessous de l'horizon, M. Geelmuyden, astronome adjoint, en déterminant l'azimut du centre de la lueur, le trouva placé à 7° au sud de l'azimut du Soleil. MM. Fearnley et Geelmuyden supposent que cette différence d'azimut peut être l'effet de la lumière zodiacale, qui, à cette époque de l'année et à cette heure, n'est guère visible à Christiania, vu la faible inclinaison de l'écliptique sur l'horizon.

» Le matin du 1er décembre, on a observé le même phénomène, quoique moins accentué, avant le lever du Soleil. Des brouillards ont, ce jour-là ainsi que les jours suivants, empêché de constater si le même phénomène s'est reproduit le soir. »

M. **Chevreul**, après avoir entendu la lecture de la Lettre précédente de M. *A. Laugier* (p. 1516), demande au Bureau de l'Académie s'il est à sa connaissance que d'autres observateurs que M. Laugier aient observé la manifestation de la *couleur verte* dans le météore qui rappelle la couleur rouge de l'aurore boréale?

Quoi qu'il en soit, M. Chevreul pense que, dans tous les cas de vision où se manifestent deux *couleurs voisines mutuellement complémentaires*, la loi du contraste simultané des couleurs, telle qu'elle est aujourd'hui approfondie par la découverte du *contraste rotatif*, exige que, pour *affirmer* la manifestation réelle de deux couleurs mutuellement complémentaires, chacune des deux soit vue isolément de sa voisine, affectant l'œil de la couleur qu'elle manifestait dans le cas de non-isolement.

M. Chevreul, d'après la manière dont, avant la séance, quelques-uns de ses confrères ont accueilli la Communication qu'il leur a faite de plusieurs

recherches sur la vision et d'autres phénomènes scientifiques imprévus qu'il a observés en même temps, croit devoir les signaler à l'Académie.

Avant tout, des expériences nouvelles ont confirmé que la couleur de l'indigo, appliquée par voie de désoxygénation, ne perd dans les tons élevés d'une gamme de 20 tons, compris entre le blanc *zéro ton* et le noir 21 ton, que des fractions de ton par une exposition de deux ans à l'air lumineux, et que le *cramoisi* et l'*écarlate*, sans avoir une fixité égale, peuvent être considérés pour l'ameublement comme très satisfaisants. En outre, il a constaté ce fait remarquable que le *violet*, fait sur la laine avec l'indigo désoxygéné et le rouge de cochenille cramoisi ou écarlate, exposé dix-neuf jours à l'air lumineux, paraît bleu, l'indigo *semblant alors agir à l'instar d'un ferment destructeur* sur le rouge de cochenille. Il y a plus, en mêlant des fils de laine teinte en bleu de cuve avec des fils de laine teinte soit en *cramoisi*, soit en *écarlate*, et en exposant le mélange au soleil, un phénomène analogue se produit.

M. Chevreul ayant remarqué qu'un peu de garance associée à la cochenille donne de la fixité à la teinture de la laine en violet, s'est assuré qu'avec de l'alizarine artificielle, telle qu'elle a été mise dans le commerce il y a plus de quinze ans, lorsque la confection en était protégée par un brevet, le violet fait avec un échantillon de cette même alizarine, après plus de trois mois d'exposition, ne paraissait avoir perdu que très peu de *bleu* au lieu de *rouge*, résultat bien remarquable quand on le compare au *violet de cochenille*, dont le rouge disparaît par une exposition de vingt jours, à la vérité sur du ton clair.

« Les phénomènes nouveaux dont il me reste à parler, ajoute M. Chevreul, concernent un *arrangement symétrique* que présentent les *poussières* formées de matières très hétérogènes et très complexes, comme le sont *celles* que reçoit mon laboratoire des Gobelins, dont six fenêtres permettent l'introduction d'une poussière formée de trois matières très distinctes : 1° une poussière inorganique ou terreuse brune ; 2° des téguments ou *balles* de *céréales ;* 3° enfin, des poils de veau ou de vaches provenant des peaux destinées à la mégisserie. Ces poils, exposés sur le sol ou les toits des ateliers, se trouvent, ainsi que les *balles* et la poussière, constituer une poussière présentant les faits suivants.

» Recueillie dans mon laboratoire même, détachée avec un plumeau bien propre et mise dans un vase de verre de forme cylindrique de $0^{m},05$ à $0^{m},07$

de profondeur, à fond plat, et de $0^m,20$ à $0^m,25$ de diamètre, l'ouverture étant recouverte d'un verre plan, on observe que cette poussière, placée dans ces conditions et exposée à l'air lumineux, finit par présenter une surface très inégale; après quelques jours on y aperçoit des protubérances *semisphéroïdales* et *semiparaboloïdales*. Ces protubérances s'ouvrent et présentent une *cavité* rappelant un cratère volcanique : les poils de veau se redressent, les *balles* se découvrent, isolées de toute poussière.

» Pour suivre la disposition des trois matières, il faut tenir l'appareil fermé avec une plaque de verre, car l'agitation de l'air finit par changer l'apparence de ces poussières.

» Enfin j'ajouterai qu'il a paru deux Notes dans les *Comptes rendus* (1), où je présentais une *cristallisation* de *sels de baryte* dont les *acides volatils* provenaient de l'eau où avaient macéré les cadavres destinés aux travaux anatomiques de Clamart. Ces acides, je les ai obtenus en 1818. Je les possède encore; ils sont probablement au nombre de quatre espèces.

» L'un des échantillons que je mis sous les yeux de l'Académie frappa tellement l'attention de M. Élie de Beaumont, qu'il compara l'intérieur de la cristallisation au cratère du mont Etna (2).

» Il existe une série de phénomènes que j'ai découverts dans ces derniers temps, relatifs à l'arrangement des fibres du papier à filtrer, tel qu'on le fabriquait en Suède du temps de Berzelius. C'est à son amitié que je dois six mains, dont je conserve encore quelques-unes, qui ont servi aux expériences que je communiquerai bientôt à l'Académie. »

M. **P. Picard** adresse un complément à sa Note précédente « Sur une méthode rapide pour déterminer le travail absorbé ou rendu par une machine dynamo-électrique ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXIV, 1er semestre 1872, p. 774 et 957.

(2) La figure dont je parle ici a paru dans les *Comptes rendus*, séance du 1er avril 1872, p. 953.

COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique, par l'organe de son doyen M. *de Saint-Venant*, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Bresse*.

En première ligne . . . . M. MAURICE LEVY.
En deuxième ligne. . . . . M. BOUSSINESQ.
En troisième ligne, ex æquo, *par ordre alphabétique*. . . . . M. KRETZ. M. LEDIEU.
En quatrième ligne. . . . . M. LÉAUTÉ.

L'Académie, consultée par la voie du scrutin, adjoint à cette liste le nom de

M. MARCEL DEPREZ.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures et demie.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 DÉCEMBRE 1883.

Travaux et Mémoires du Bureau international des poids et mesures, publiés sous l'autorité du Comité international par le Directeur du Bureau; t. II. Paris, Gauthier-Villars, 1883; in-4°.

L'éclairage électrique; par le comte TH. DU MONCEL. II. *Appareils de lumière*. Paris, Hachette et Cie, 1883; in-12.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; 8e série, t. V, 2e semestre. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, 1883; in-8°.

Hygiène des Européens dans les pays intertropicaux; par le Dr M. Nielly. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1884; in-12.

Les nouvelles conquêtes de la Science; par Louis Figuier : *L'Electricité.* Paris, Marpon et Flammarion, 1883; gr. in-8° illustré.

Traité complet d'analyse chimique appliquée aux essais industriels; par J. Post, traduit de l'allemand par L. Gautier et P. Kienlen, fasc. VI. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Éléments de Physique médicale; par C.-M. Gariel et Desplats; fasc. Ve et dernier. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Essai d'une théorie générale supérieure de Philosophie naturelle et de Thermochimie; par E. Delaurier; 3e fasc. Paris, Bernard Tignol, 1884; in-8°.

Takytechnie. Baccalauréat ès sciences à livre ouvert; par E. Lagout. Nogent-sur-Seine, chez l'auteur; in-8° relié.

Théorie élémentaire de la résistance des poutres; par C. Delsaux. Paris, P. Dupont, 1883; br. in-8°.

L'aseptol (acide orthoxyphénylsulfureux). Anvers, imp. Brouwers, sans date; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

La méthode de Platon. Platon expliqué par lui-même. 1re Partie : *Les Atomes; par* Emm. L'Ollivier. Sceaux, imp. Charaire, in-12. (Deux exemplaires.)

Un honnête plagiat. Paris, typogr. Rouge, Dunon et Fresné, 1874; opuscule in-8°.

Observations météorologiques publiées par la Société des Sciences de Finlande; vol. VIII, année 1880. Helsingfors, 1883; in-8°.

Actas de la Academia nacional de Ciencias en Cordoba; t. IV; Entr. prima. Buenos-Aires, 1882; in-4°.

Informe official de la Comision cientifica agredada al Estado mayor general de la Expedicion al Rio Negro (Patagonia). I. *Zoologia;* II. *Botanica;* III. *Geologia.* Buenos-Aires, 1881; 3 vol. in-4°.

Publicationen des astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam; Band III. Potsdam, W. Engelmann, 1883; in-4°.

Nova Acta regiæ Societatis Scientiarum upsaliensis; seriei tertiae, vol. XI, fasciculus posterior. Upsaliæ, 1883; in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 décembre 1883.

Direction générale des douanes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1882. Paris, Imp. nationale, 1883; in-4°.

Résumé météorologique de l'année 1882 *pour Genève et le grand Saint-Bernard; par* A. Kammermann. Genève, imp. Schuchardt, 1883; in-8°.

Les cahiers de doléances des mineurs français; par G. Stell. Paris, Bureaux du *Capitaliste*, 1883; in-12. (Adressé au Concour Montyon, Statistique, 1884.)

La situation de la meunerie française et les nouveaux procédés; par Paul Sée. Paris, J. Michelet, 1883; br. in-8°.

Faits et accidents météorologiques survenus à Troyes et aux environs avant 1790; *par* A. Thévenot. Troyes, L. Lacroix, 1883; br. in-8°.

Die Lehre von der Electricität; von G. Viedemann; dritter Band. Braunschweig, F. Vieweg, 1883; in-8°.

Thermochemische Untersuchungen; von J. Thomsen; dritter Band. Leipzig, A. Barth, 1883; in-8°.

An attempt to test the theories of capillary action, etc.; *by* Fr. Bashforth et J.-C. Adams. Cambridge, at the University Press, 1883; in-4° relié.

Annual report of the Board of regents of the smithsonian Institution, etc. for the year 1881. Washington, government printing office, 1883; in-8° relié.

Saggio di Fisiologia vegetale del prof. G. Cantoni. Milano, Fr. Vallardi, 1883; in-12.

Anuario del observatorio astronomico nacional de Tacubaya para el ano de 1884, *formado bajo la direccion del ing.* A. Anguiano. Mexico, imp. de la Secretaria de Fomento, 1883; in-12.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 DÉCEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Action de la chaleur sur l'aldol et sur le paraldol;* par M. **Ad. Wurtz.**

« Je présente à l'Académie la première partie des recherches que je poursuis depuis plusieurs années concernant l'action de la chaleur sur l'aldol et sur le paraldol, sujet complexe qui a mis au jour un grand nombre de produits. Cette action varie suivant la température et aussi suivant la nature, c'est-à-dire suivant la pureté du corps employé.

» J'ai étudié l'action de températures de 100°, de 125°, de 170°. Je commencerai par décrire les produits qui prennent naissance à cette dernière température.

» Le produit principal est toujours l'aldéhyde crotonique qui se forme en même temps que l'eau, ainsi que je l'ai établi dans ma première Communication sur l'aldol. Mais, indépendamment d'une trace d'aldéhyde régénérée, il se forme divers autres produits suivant la nature de l'aldol employé. Lorsque ce dernier est impur, qu'il exhale une odeur d'al-

déhyde crotonique, qu'il donne un léger trouble avec l'eau, le produit de la réaction est formé de deux couches : une couche inférieure aqueuse et incolore, une couche supérieure abondante et colorée en brun foncé ou en noir. Cette dernière est principalement formée d'aldéhyde crotonique et contient en outre divers produits de condensation, insolubles dans l'eau, à point d'ébullition élevé et sur lesquels je reviendrai dans une autre Communication. Mais les choses se passent différemment lorsqu'on opère sur d'autres échantillons d'aldol, plus purs sans doute, mais dont il m'est impossible, après de longs tâtonnements, d'indiquer les conditions précises de préparation. Le produit de réaction, après une chauffe de quatre à six heures, en tubes scellés à 160° ou 170°, est alors très peu coloré et parfaitement homogène : pas une goutte d'eau ne s'est séparée. A la distillation, ce produit fournit encore de l'aldéhyde crotonique, mais en quantité moindre que dans le cas précédent, et lorsque ces corps ont passé à la distillation, le thermomètre s'élève graduellement jusqu'à 300°, et il reste généralement un faible résidu assez peu coloré.

» Les produits qui ont passé de 250° à 300° renferment un corps soluble dans l'eau, que j'ai déjà signalé dans une de mes précédentes Notes [1] et qui présente la composition de l'aldéhyde ou de l'aldol. C'est ce corps que j'ai étudié dans ces derniers temps, étude pénible, car le rendement est d'environ 15 pour 100 seulement dans les conditions favorables : il est nul lorsqu'elles ne le sont pas, et j'ai été obligé de sacrifier plusieurs kilogrammes d'aldol pour préparer une centaine de grammes de ce produit. J'attribue l'insuccès trop fréquent de ces opérations à une petite impureté de l'aldol, et j'en trouve la preuve dans ce fait qu'un aldol qui noircit par l'action de la chaleur, comme je l'ai indiqué plus haut, fournit, lorsqu'on l'abandonne pendant quelques semaines à lui-même, un paraldol, lequel, bien lavé à l'éther, demeure presque incolore, après avoir été chauffé pendant quatre à cinq heures à 170° et donne un bon rendement en polymère soluble dans l'eau. C'est donc ce paraldol pur qu'il faut choisir de préférence pour se procurer ce dernier corps. Voici comment je le purifie.

» Le produit de la réaction est distillé à la pression ordinaire. L'aldéhyde crotonique et l'eau s'étant séparés, on recueille à part : 1° ce qui passe entre 150° et 260°; et 2° les produits qui distillent entre 260° et 290° ou 300°.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 46; 1878.

» On traite ces derniers, qui sont assez épais et colorés en jaune clair, par l'eau, qui les dissout lorsque l'opération a bien réussi; dans le cas contraire, il se sépare des gouttes oléagineuses. La solution aqueuse, qu'elle soit trouble ou transparente, est agitée à deux reprises avec de petites quantités d'éther qui enlève les produits huileux, laissant une solution aqueuse presque incolore, que l'on concentre dans le vide jusqu'à consistance sirupeuse. Le résidu sirupeux étant alors distillé dans le vide, le thermomètre s'élève rapidement à 160°-170° sous la pression de $0^m,01$ de mercure. On recueille jusqu'à 190°, et l'on purifie de nouveau le produit en le dissolvant dans l'eau et en agitant la solution avec de l'éther. Après une nouvelle concentration, on distille une seconde fois sous la pression de $0^m,01$ et l'on recueille ce qui passe de 170°-175°. C'est le corps pur.

» En voici de nouvelles analyses :

	I.	II.	III.	IV.	V.	
Point d'ébullition ...	170°-172°	170°-172°	170°-172°	278°-280°	283°	
Pression	15^{mm}	15^{mm}	15^{mm}	760^{mm}	760^{mm}	Théorie.
Carbone	54,60	54,87	54,82	54,70	55,07	54,54
Hydrogène	9,11	9,19	»	9,26	9,17	9,09

» Le léger excès de carbone qu'ont donné quelques-unes de ces analyses provient d'une trace de produits huileux engendrés par la haute température de l'ébullition. Dans une expérience où l'on avait maintenu le corps pendant plusieurs heures à la température de 240° environ, il s'est converti partiellement en un produit oléagineux insoluble dans l'eau et qui a présenté exactement la composition du dialdane $C^8H^{14}O^3$. C'était un produit de déshydratation.

» Le nouveau corps est un liquide incolore, épais. Sa densité à 0° a été trouvée de 1,0941, 1,0951, 1,0953 dans trois expériences faites sur des échantillons différents. Il bout vers 170° sous la pression de 15^{mm} et vers 280° (de 278° à 283°) à la pression ordinaire. En raison de son point d'ébullition élevé, sa densité de vapeur n'a pas pu être déterminée avec certitude. On a employé pour cette détermination la méthode de M. V. Meyer et l'on a opéré dans la vapeur de diphénylamine (point d'ébullition 310°) et dans la vapeur de mercure. Dans le premier cas, l'opération marche trop lentement, les deux points d'ébullition ne différant que d'une trentaine de degrés, ce qui doit donner des chiffres trop élevés. Dans le second cas, il est à craindre qu'une portion du corps ne se décompose : le dégagement de gaz dure trop

longtemps. Pourtant il faut dire qu'après le refroidissement le corps ne paraissait pas altéré : il était incolore et entièrement soluble dans l'eau.

» Cela dit, voici les chiffres obtenus : ils n'offrent qu'une valeur approchée :

Densité de vapeur ([1]).

Vapeur de diphénylamine.				Vapeur de mercure.					
I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
4,04	4,13	4,73	4,86	3,01	2,69	2,92	2,98	2,96	3,60

Densité théorique.

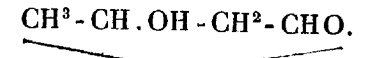
$C^4H^8O^2$.	$C^8H^{16}O^4$.
3,047	6,094

» Ces chiffres sont plutôt voisins, comme on voit, de ceux qu'exige la formule $C^4H^8O^2$, et j'ai longtemps considéré cette formule comme la vraie. Ce serait celle d'un glycol non saturé différant des butylglycols par 2 atomes d'hydrogène en moins. Le corps dont il s'agit possède, en effet, l'apparence et les caractères d'un glycol. L'hydrogène naissant le convertit en β-butylglycol, comme je l'établirai dans une prochaine Communication.

» Le chlorure d'acétyle, le chlorure de benzoyle, le perchlorure de phosphore l'attaquent énergiquement avec dégagement de gaz chlorhydrique et formation de dérivés éthérés. Chauffé avec l'anhydride acétique, il fournit un dérivé acétylé. Le brome ne s'y fixe pas énergiquement à froid, ce qui semblait exclure l'idée d'une chaîne ouverte de 4 atomes de carbone, dont deux seraient unis par une double liaison. Le point d'ébullition élevé de la substance fournissait d'ailleurs un autre argument contre une formule en $C^4H^8O^2$ avec chaîne ouverte, et semblait indiquer que le corps en question possède une constitution particulière. Je lui avais attribué la formule symétrique

$$CH.OH \overset{\diagup CH^2 \diagdown}{\underset{\diagdown CH^2 \diagup}{\quad}} CH.OH$$

dans la pensée que la réaction qui donne naissance à l'aldol par la liaison de deux molécules d'aldéhyde se répétait en quelque sorte sur l'aldol lui-même, les deux chaînons libres de la molécule se soudant l'un à l'autre :



$$CH^3\text{-}CH.OH\text{-}CH^2\text{-}CHO.$$

([1]) On a eu soin de remplir d'azote sec le tube de Meyer dans lequel on a volatilisé le corps.

» Pour vérifier cette hypothèse, j'ai commencé par préparer l'acétine du glycol présumé. Pour cela, on a chauffé ce dernier (1 partie) pendant douze heures à 100°, et finalement à 110° avec un excès (3 parties) d'anhydride acétique. Le liquide, presque incolore, provenant de cette réaction, a été débarrassé d'acide et d'anhydride acétiques par distillation dans le vide. Cette opération ayant été arrêtée lorsque le thermomètre a marqué 80° environ sous une pression de 15^{mm}, le résidu, lavé à l'eau froide et laissé en contact avec elle pendant quelques heures, a fourni un liquide oléagineux plus dense que l'eau et qui représentait l'acétine. Le rendement n'a jamais correspondu à la diacétine $C^4H^6(C^2H^3O^2)^2$. Purifiée par distillation dans le vide, l'acétine obtenue présente les caractères suivants :

» C'est un liquide incolore, d'une densité de 1,095 à 0°. Son point d'ébullition est situé vers 275°, à la pression ordinaire; à 176°, sous une pression de 15^{mm}. Insoluble dans l'eau, il est saponifié par ce liquide lorsqu'on le chauffe avec lui pendant plusieurs jours en tubes scellés.

» Sa composition est établie par les analyses suivantes :

	I.	II.	III.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Point d'ébull..		178°-182°	176°	172°-177°	168°-170°	272°-275°	275°-280°	
Pression......		15^{mm}.	15^{m}.	5^{mm}.	15^{m}.	760^{mm}.	760^{mm}.	
Carbone...	55,38	55,15	55,50	55,53	55,57	55,96	55,44	55,67
Hydrogène..	7,85	7,90	7,80	7,86	7,8	8,00	7,83	7,90

	Théorie		
			Dérivé diacétylé du butylglycol oxybutyrique
	$C^4H^6(C^2H^3O)^2O^2$.	$C^4H^7(C^2H^3O)O^2$.	$C^8H^{14}(C^2H^3O)^2O^4$.
Carbone........	55,81	55,38	55,38
Hydrogène......	6,97	7,69	7,62

» La première formule, qui est celle de la diacétine du glycol $C^4H^8O^2$, s'accorde avec les dosages d'acide qui ont été faits en saponifiant le dérivé acétylé par une lessive alcaline faible et titrée. Mais les analyses ont donné, d'une façon constante, un excès de près de 1 pour 100 d'hydrogène. Il a donc fallu la rejeter.

» La seconde formule est la monoacétine du même glycol : elle s'accorde avec les analyses, mais non avec les dosages d'acide; il a donc fallu la rejeter. Reste la troisième, qui est celle du dérivé diacétylé de l'oxybutyrate de butylglycol,

$$CH^3\text{-}CH\text{-}OH\text{-}CH^2\text{-}CH^2.O\text{-}CO\text{-}CH^2\text{-}CH.OH\text{-}CH^3.$$

» Elle s'accorde sensiblement non seulement avec les analyses et avec les dosages d'acide mis en liberté par la saponification, mais aussi avec les réactions du composé. En effet, soit qu'on saponifie par la potasse, ou par la baryte, ou par l'eau et la magnésie, ce n'est pas le glycol non saturé $C^4H^8O^2$ qui est mis en liberté, mais bien du butylglycol et indépendamment de l'acide acétique, de l'acide β-oxybutyrique ou son dérivé, l'acide crotonique. Il en est de même dans les autres réactions auxquelles j'ai soumis le corps en question, ainsi que je l'établirai dans une prochaine Communication.

» Je me suis donc arrêté provisoirement à l'idée que le corps isomérique avec l'aldol, et dont la préparation a été décrite plus haut, est un éther composé renfermant deux oxhydryles, comme le montre la formule précédente, et présentant, en conséquence, quelques réactions de glycols. S'il en est ainsi, il se forme dans des conditions bien remarquables. Toutefois, cette hypothèse ne s'accorde, il faut le dire, ni avec les densités de vapeur citées plus haut, ni avec celles du dérivé acétylique lui-même. Mais, comme je l'ai fait remarquer, ces densités de vapeur sont sujettes à des incertitudes. J'ai donc passé outre, tout en me réservant d'indiquer et de discuter une autre hypothèse sur la constitution de ce corps, hypothèse qui satisfait peut-être à toutes les réactions étudiées. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un arc-en-ciel blanc, observé le 28 novembre 1883.* Note de M. A. Cornu.

« Aux renseignements météorologiques et cosmiques qui arrivent à l'Académie sur les phénomènes crépusculaires de la fin de novembre dernier, il n'est peut-être pas inutile d'ajouter l'indication d'un *arc-en-ciel blanc* ou *cercle d'Ulloa,* observé dans la matinée du 28 novembre à Courtenay (Loiret).

» D'après Bravais (*Journal de l'École Polytechnique*, XXXe Cahier, p. 97), ce phénomène est assez rare : c'est en effet la première fois que je l'observe, quoique, depuis bien des années, je sois particulièrement attentif aux phénomènes d'optique atmosphérique.

» Le Soleil, qui s'était levé au milieu de bandes de nuages parallèles à l'horizon, était assez pâle ; une gelée blanche très intense couvrait la campagne ; un brouillard composé de gouttelettes très fines, bien isolées, brillant au soleil sans miroitements, formait une couche assez peu épaisse pour laisser voir le ciel sans nuages au zénith et les bandes nuageuses de

l'horizon sud-est. A l'opposite du Soleil, on voyait se détacher sur le brouillard un grand arc blanc assez large, à contours estompés et sans aucune trace d'irisation ([1]), rappelant comme aspect les couronnes de fumée de l'hydrogène phosphoré.

» Je n'avais malheureusement à ma disposition aucun autre instrument de mesure qu'un mètre de poche : aussi n'oserais-je pas donner les grossières estimations que j'ai pu faire si le phénomène ne méritait pas, en raison de sa rareté, une attention particulière.

» Hauteur apparente β du sommet de l'arc moyen au-dessus de l'horizon : $0^m,26$ à environ $0^m,60$ de distance, d'où

$$\tang\beta = \frac{26}{60} \quad \text{et} \quad \beta = 23^\circ,26'.$$

» Amplitude apparente 2γ de l'arc à l'horizon : $0^m,90$ à $0^m,70$ de distance (ou $0^m,5362$ de plus courte distance), d'où

$$\sin\gamma = \frac{45}{70} \quad \text{et} \quad \gamma = 40^\circ 0'.$$

» Hauteur apparente h du Soleil au-dessus de l'horizon, à $9^h 41^m$ temps moyen de Paris : $0^m,19$ à $0^m,60$ de distance, d'où

$$\tang h = \frac{19}{60} \quad \text{et} \quad h = 17^\circ 34'.$$

» Autre observation : $0^m,20$ à $0^m,70$ de distance, d'où

$$\tang h = \frac{20}{80} \quad \text{et} \quad h = 14^\circ 2'.$$

» Si l'on emprunte à ces observations grossières le moins possible d'éléments, pour obtenir le rayon de l'arc, on ajoutera la hauteur observée de l'arc $\beta = 23^\circ 26'$ à la hauteur calculée (longitude E., $0^h 3^m$; latitude, $48^\circ 2'$; équation du temps, $+12^m$; déclinaison du Soleil, $-21^\circ 18'$; réfraction, $3'$) du Soleil à l'heure de l'observation : $h\odot = 15^\circ 21'$.

» On obtient ainsi

$$R = 38^\circ 47'.$$

» Si l'on adopte la hauteur du Soleil observée, $h = 17^\circ 34'$, on trouve

$$R = 41^\circ 0'.$$

([1]) Le halo de 22°, visible si souvent autour du Soleil et de la Lune, présente une coloration brun orangé du côté du Soleil, qu'on reconnaît toujours lorsqu'on a l'habitude d'observer le phénomène : l'arc-en-ciel blanc dont il est ici question ne présentait pas de coloration appréciable à l'extérieur ni à l'intérieur.

» Si l'on adopte la hauteur du Soleil observée $h = 14^\circ 2'$, on trouve

$$R = 37^\circ 28'.$$

» Enfin, si l'on calcule le rayon de l'arc en combinant l'amplitude horizontale $2\gamma = 80^\circ$ et la hauteur du sommet $\beta = 23^\circ 26'$, on trouve

$$R = 44^\circ 19',$$

valeur probablement à rejeter comme trop forte, car on en conclurait pour la hauteur du Soleil $h = 44^\circ 19' - 23^\circ 26' = 20^\circ 53'$, supérieure de $3^\circ 19'$ à la plus grande des valeurs observées et de $5^\circ 32'$ à la valeur calculée.

» Le rayon de l'arc-en-ciel blanc observé paraît donc notablement inférieur à celui de l'arc-en-ciel ordinaire (rayon moyen, 42°) comme dans les observations rapportées par Bravais. Les circonstances météorologiques qui l'accompagnaient sont également très analogues à celles qui sont décrites dans cette Notice. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section de Mécanique, en remplacement de M. *Bresse*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Maurice Lévy obtient	24 suffrages.
M. Marcel Deprez.	17 »
M. Boussinesq.	11 »
M. Ledieu.	4 »

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Maurice Lévy obtient.	29 suffrages.
M. Marcel Deprez	24 »
M. Boussinesq.	3 »

M. **Maurice Lévy**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES LUS.

MISSION DU CAP HORN. — *Rapport sommaire sur les recherches d'Histoire naturelle faites par la* Romanche ; par M. le Dr HAHN.

« Pendant que la Mission à terre explorait la baie Orange et que M. le Dr Hyades réunissait les éléments d'une étude approfondie de cette partie de la Terre-de-Feu, y formant des collections considérables et portant son attention sur les populations fuégiennes voisines qui avaient visité la Mission, la *Romanche* parcourait les canaux de l'archipel et poussait ses explorations d'un côté jusqu'aux Malouines, de l'autre jusqu'à 10 milles au sud de Diego Ramirez.

» En qualité de médecin du bord, nous avions été chargé par la Commission du cap Horn de ne rien négliger pour faire connaître les productions naturelles des différentes terres auxquelles toucherait la *Romanche* : nous avons cherché à répondre aux désirs de la Commission. Dans l'espoir que nos observations pourraient, à certains égards, compléter celles qui sont dues aux membres de la Mission à terre, nous venons les présenter à l'Académie.

» Quittant la baie Orange pour remonter dans le nord, nous avons visité l'île de Packsaddle, remarquable par ses colonnades de basalte, ses grottes et ses récifs, où habitent pendant une partie de l'année les Otaries à fourrure, et nous sommes entrés dans le canal de Beagle, en traversant le détroit de Murray. Sur les deux rives de ce canal, l'aspect général de la végétation n'est plus le même que plus au sud : le *Fagus betuloides* est remplacé dans les forêts par le *Fagus antarctica*, le *Drimys* et le *Berberis ilicifolia* deviennent plus tard rares, tandis que les *Berberis buccifolia* et *empetrifolia* prédominent. Ces modifications nous paraissent dues à l'abri que donne à ces régions la chaîne du Darwin et à la constitution géologique, qui de granitique est devenue schisteuse. Cette contrée nous a fourni un herbier assez complet, comprenant quelques plantes qui avaient échappé au botaniste Hooker.

» La faune également y est plus riche : elle contient toutes les espèces de l'archipel et une grande partie de celles du détroit de Magellan. Nous y avons trouvé un Grèbe, une Foulque, un Perroquet, une Hirondelle de mer, une Chevêche et quelques autres petites espèces d'oiseaux, tous étrangers aux îles du sud.

» Le Lion de mer (*Otaria jubata*) n'y est pas rare, surtout du côté de l'île Picton où se trouve également une rookerie de Manchots momentanément abandonnée. La Loutre au contraire y fait défaut; sa fourrure, qui dans le sud fournit, avec celle de l'Otarie des Falklands, le seul vêtement du Fuégien, est ici avantageusement remplacée par la peau du Guanaque qui abonde sur les deux rives du Beagle. Le Nandou de Darwin, si commun dans les grandes plaines de la Patagonie et qui accompagne partout le Guanaque, ne se rencontre pas sur la Terre-de-Feu. — La population y est plus nombreuse et plus dense que dans le sud; elle appartient à la famille yahgane, dont le centre est à Yahga, dans le détroit de Murray.

» Cette branche des Tekeenika est de beaucoup la plus importante; elle est représentée par environ huit cents individus et peuple, outre la partie est du canal du Beagle, la partie ouest jusqu'au delà de sa bifurcation, l'île de Navarin et le Pousomby-Sound.

» La richesse de la faune permet aux habitants une vie moins misérable; le Yahgane reste moins dans sa pirogue; excellent marcheur, il devient chasseur de terre ferme et, tout en se servant du harpon pour le Phoque et le Poisson et de la fronde pour les Oiseaux, il commence à manier avec adresse l'arc et la flèche, complètement abandonnés par ses frères du sud; il se couvre mieux, son manteau est plus ample et il a soin de munir ses pieds de sandales pour chasser le Guanaco sous bois. Il nous a paru aussi plus éveillé, plus intelligent et plus communicatif; il a des notions sur le déluge, des légendes sur un homme de pierre et sur un héros qui à Sionna, grâce à son ardeur et à son courage, a débarrassé la contrée d'un Lion de mer gigantesque qui détruisait tous les jours nombre de pirogues avec leur personnel. Les Yahganes célèbrent une fête à laquelle les femmes n'assistent pas; cette fête, appelée Kina, est commémorative de la révolte des hommes contre les femmes, qui avant cela avaient l'autorité dans la famille et possédaient les secrets du sorcier. Ils se masquent dans cette circonstance, crient et dansent tant que leurs forces le permettent. C'est sur les habitants de cette partie de la Terre-de-Feu que nous avons pris le plus grand nombre d'observations anthropométriques et recueilli le vocabulaire le plus complet.

» Ce sont eux qui nous ont fourni les cinq sujets rapportés par la *Romanche;* leurs mœurs et leur langue diffèrent peu de celles des Fuégiens du sud.

» Ils ont pour voisins, à l'extrémité est du canal du Beagle, les Oua (Yakana-Kung de Fitz-Roy, Thôkuh' des Patagons), les habitants de la

grande île de la Terre-de-Feu, chez lesquels ils se procurent l'arc et la flèche à pointe de verre, qu'ils ne savent plus tailler. Les deux tribus se rencontrent une fois par an et vivent en bonne intelligence; les Oua de la baie Hoggett se marient quelquefois avec des femmes yahganes. Malgré notre vif désir de faire ample connaissance avec eux, nous n'avons pu les voir de près; plus farouches que les Yahganes, au milieu desquels vivent les missionnaires anglais, ils se sont toujours enfuis devant nous. Nos renseignements nous font croire que leur taille est très élevée, supérieure peut-être à celle des Patagons, et, d'après les quelques mots que nous avons recueillis, leur langue aurait beaucoup d'analogie avec celle de ces derniers. Leurs huttes, que nous avons visitées à la baie Bon-Succès et à la baie Hoggett, sont identiques à celles des Yahganes; les amas de coquilles de moules et de patelles devant les habitations prouvent qu'au bord de la mer leur manière de vivre est la même; un panier abandonné dans une de ces huttes était fait de la même façon et avec les mêmes matériaux que ceux des Yahganes. Ils n'ont pas de pirogues. Leur Chien est plus fort que celui des habitants de l'archipel; il est excellent chasseur et travaille souvent pour son propre compte. La *Romanche* en a rapporté un spécimen.

» Dans la partie ouest du canal du Beagle, à partir du mont Darwin, la végétation reprend l'aspect du sud jusqu'au moment où, après avoir traversé la baie Désolée, on arrive à la côte ouest. On ne voit plus alors que des îlots dénudés à charpente de granit.

» Dans ces parages exposés, les habitants sont rares; cependant Alikoolips et Tekeenikas viennent y chasser la Loutre dans la bonne saison. C'est là que nous avons trouvé pour la première fois le petit Manchot (*Microdyptes Serresiana*), espèce très rare décrite récemment par M. Oustalet et dont un seul exemplaire existait au Muséum.

» Plus au sud et sur la même côte se trouve le New-Year-Sound, centre d'habitation des Aldouaïliens, autre branche des Tekeenikas, et qui se compose d'environ deux cents individus; nous serons sobre de détails sur eux, le D[r] Hyades ayant eu l'occasion de les étudier.

» Dans le New-Year-Sound, la partie ouest est granitique, la partie est schisteuse. La végétation est la même qu'à la baie Orange. La Baleine y est très commune pendant le mois d'avril, et l'on peut attribuer sa présence à la nourriture abondante qu'elle trouve à cette époque; dans les journées de calme, la mer est quelquefois colorée en rouge par les millions de larves d'une Galatée, la *Munida subrugosa*. C'est dans cette baie que nous avons trouvé la Baleine dont la *Romanche* a rapporté le squelette; la pré-

sence de ce grand Cétacé nous avait été signalée trois jours auparavant par le Fuégien embarqué à bord; il l'avait devinée en voyant tournoyer dans les airs un grand nombre de Pétrels géants.

» Plusieurs voyages aux îles Wollaston et Hermète nous ont permis de faire une belle moisson de plantes et d'échantillons géologiques de ces contrées. Les habitants de la partie sud de ce groupe d'îles sont au nombre de cinquante; ce sont de hardis chasseurs qui s'aventurent à la poursuite des Otaries et des Loutres jusque sur les récifs les plus exposés des environs du cap Horn.

» Nous mentionnerons encore un voyage à la Terre-des-États, d'où la *Romanche* a rapporté un squelette de Baleine d'une espèce peut-être différente de celle du New-Year-Sound, et où notre herbier s'est enrichi de plusieurs plantes qui n'existent pas à la Terre-de-Feu, et l'expédition aux îles Malouines où, dans la partie occidentale, à la baie Edwards, nous avons pu faire une ample récolte d'Otaries de tout âge et de Manchots et observer ces différents animaux à terre.

» Pendant tous nos voyages, le commandant Martial a fait partout exécuter des dragages à des profondeurs variant entre 20^m et 250^m, sauf à la baie Hoggett, où ils ont atteint près de 700^m. De fructueuses recherches ont été faites de cette façon, quoique la faune soit peu variée en espèces; mais les individus y sont nombreux, et nous avons cherché à réunir des séries aussi complètes que possible représentant toutes les formes que peut réaliser la même espèce dans ses différents âges et dans ses différents états.

» Dans les Crustacés, les espèces les plus communes rencontrées sont de grands Crabes épineux du genre Lithode (*Lithodes antarctica*), un autre Lithode à pattes plus courtes, à corps plus gros (*Lithodes verrucosa*), un Eurypode aux pieds démesurément longs, un petit *Halicarcinus* au corps aplati, un Peltasion, une Galatée, plus rarement des Crevettes et différentes variétés d'Isopodes, parmi lesquels le genre Sérole comptait de nombreux représentants.

» Les Échinides sont fort abondants; parmi les Astéries, il y a des exemplaires nouveaux pour le Muséum : le *Labidiaster radiosus* et le *Ctenodiscus australis* (Lüsken); la première espèce n'est encore connue que par un très petit nombre d'exemplaires et elle permet d'établir les rapports du genre mal connu avec les Brisinga. Parmi les Mollusques, nous citerons encore des Chitons, des Succinées et des Chilias nouveaux.

» La température des eaux où se trouvaient ces animaux et toutes les

conditions dans lesquelles ils vivaient ont été notées avec soin, et quand nous rencontrions des espèces remarquables par leur coloration, avant que la dessiccation et l'action de l'alcool eussent fait disparaître leurs nuances, nous en prenions des dessins aussi exacts que possible.

» Pendant toute une année nous n'avons cessé de réunir des observations et des collections, en nous conformant autant que possible aux instructions que l'Académie avait rédigées, et nous espérons que, au point de vue de l'Histoire naturelle des régions magellaniques, l'expédition de la *Romanche* aura donné d'utiles résultats. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. Folacci adresse un Mémoire relatif à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Marine et des Colonies communique à l'Académie la Note suivante de M. *Courcelle-Seneuil :*

« J'ai remis aux Archives du Dépôt les courbes du marégraphe enregistreur relevées à la baie Orange (île d'Hoste), du mois de novembre 1882 au mois de septembre 1883.

» Ces courbes fournissent sur le régime des marées, dans l'hémisphère austral, la matière d'études qui n'avaient jamais été poursuivies jusqu'à cette époque dans les parages du cap Horn.

» Je vous signale d'une manière toute spéciale les courbes des 27 et 28 août 1883.

» La première de ces courbes, relevée le 23 août, présente, à côté des ondulations provenant d'un petit coup de vent de nord-est, la trace d'ondes d'une grandeur et d'une durée anormales, dont l'existence ne nous semblait alors justifiée par aucune cause locale.

» Les ondulations, même celles qui ont été produites par les plus fortes tempêtes de l'année, se sont toujours, en effet, très peu écartées de la courbe moyenne, tandis que le 28 août cet écart fut trouvé considérable, alors que l'on procéda à la mesure des ordonnées de quart d'heure en quart d'heure.

» Des ondes de $0^m,50$ environ de hauteur et d'une amplitude correspondante à une durée d'une demi-heure s'y manifesteut nettement. Plusieurs de ces ondes anormales se succédèrent, mais à des intervalles de temps de plus en plus longs.

» En rapprochant les perturbations de ces deux journées de celles observées pendant le reste de l'année, il est facile de voir qu'il n'existe entre elles aucun caractère commun ; ni tempête ou tremblement de terre, capables de produire de tels effets, n'étaient d'ailleurs signalés dans la région magellanique.

» Au retour en France, la catastrophe de Java nous fut connue; nous apprîmes aussi que, à Panama et à Rochefort, on avait observé des effets semblables, ainsi qu'il résulte des Communications de MM. de Lesseps et Bouquet de la Grye à l'Académie des Sciences.

» L'examen des courbes, la hauteur, la durée extraordinaire des ondes soulevées, la coïncidence des époques me donnèrent l'assurance que nous avions à notre insu obtenu l'expression graphique, en intensité et en temps, du contre-coup transmis par l'Océan, lors de l'explosion du 26 août.

» L'onde marine aurait donc employé environ trente et une heures pour se propager du détroit de la Sonde à la baie Orange.

» L'arc de grand cercle qui va du détroit de la Sonde au cap Horn a une longueur de 7000 milles ; mais il passe très près du pôle, sur les terres australes, et par suite l'ondulation a dû être déviée vers le nord.

» En supposant, ce qui ne manque pas de vraisemblance, qu'elle n'ait point dépassé le 60e degré, suivant ainsi un parcours sur lequel elle ne rencontrait pas d'obstacle, on peut évaluer à 7700 milles son trajet total, ce qui attribue à la propagation de l'onde une vitesse d'environ 248 milles à l'heure. »

M. le **Président** présente à l'Académie le tome CXXVIII des « Mémoires publiés par la Société nationale d'Agriculture de France ».

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage de M. *Favaro*, intitulé : « Norme di costruzione per aumentare la resistenza degli edifizi contro il terremoto ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Pons-Brooks, faites à l'Observatoire de Nice (équatorial Gautier-Eichens)*, par M. **Perrotin**. Présentées par M. Faye.

Dates. 1883.	Étoiles.	Temps moyen de Nice.	Ascens. droite apparente.	Correction de l'éphéméride (1).	Distance polaire apparente.	Correction de l'éphéméride (1).	Nombre de comp.
		h m s	h m s	s	° ′ ″	″	
Oct. 31....	1	7.41.42	17. 2.38,57	+ 0,03	37.12.28,1	— 16,2	4
Nov. 2....	2	7.57.44	17. 6.35,44	— 0,40	37.34.36,1	— 18,6	4
12....	3	9. 4.57	17.29.57,38	+ 0,50	39.24.10,5	— 11,8	8
13....	4	7.50.44	17.32.30,79	+ 1,34	39.34.34,9	— 13,2	4
14....	5	7.26.38	17.35.12,79	+ 1,11	39.45.27,8	— 15,7	3
Déc. 2....	6	8. 0.22	18.39.34,99	+ 5,39	43.47.49,5	— 2,2	10
3....	7	7.35.39	18.44. 3,30	+ 6,04	44. 5.50,4	+ 4,2	5
12....	8	7.22. 3	19.30.26,50	+ 9,46	47.40.53,1	+ 24,9	12
18....	9	8.27.41	20. 7.23,38	+12,60	51.25.43,9	+ 69,7	4
20....	10	7.16.28	20.20.13,69	+13,78	52.58.13,2	+ 80,6	6
24....	11	7.20.40	20.47.42,78	+15,82	56.46.27,7	+131,2	5

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1883,0.

Étoiles.	Autorité.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1......	5662 Rümker.	16.58.33,02	—0,59	37.13.35,9	—14,7
2......	B.B., t. VI + 52°, 2055	17. 2.40,35	—0,58	37.29.18,0	—14,8
3......	B.B., t. VI + 50°, 2427	17.30.21,16	—0,39	39.23.36,2	—16,3
4......	B.B., t. VI + 50°, 2422	17.29.20,35	—0,40	39.31.34,5	—15,8
5......	B.B., t. VI + 50°, 2455	17.40.49,43	—0,31	39.53.46,7	—17,3
6......	6662 Rümker	18.38.52,10	+0,20	43.41.42,1	—20,6
7......	B.B., t. VI + 45°, 2765	18.40.51,26	+0,23	44. 0.44,3	—20,7
8......	2877 Groombridge	19.30.52,35	+0,81	47.50.36,1	—24,7
9......	3034 Groombridge	20. 2.12,86	+1,21	51.14.21,9	—26,4
10......	B.B., t. VI + 37°, 3922	20.19.55,53	+1,42	52.48. 9,1	—27,6
11......	B.B., t. VI + 33°, 4085	20.50.13,81	+1,80	56.40.50,5	—28,9

» *Remarque.* — Le 23 décembre, le noyau est comme une étoile de 5e grandeur; la comète a une queue, visible à l'œil nu, de près de 2° de longueur, dans l'angle de position 35°. Cette queue est nettement limitée du côté est (la comète se dirige en apparence vers le sud-est). La ligne de terminaison passe par le noyau. Le côté ouest est, au contraire, nébuleux

(1) Éphéméride Schulhof-Bossert, *A. N.*, nos 2540 et 2558.

et mal défini. La nébulosité, à peu près circulaire, qui entoure le noyau a un diamètre de 7′ environ.

» Le dessin que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a été fait par M. Charlois, sur les indications de M. Thollon. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Etude spectroscopique de la comète Pons-Brooks, faite au réflecteur de* $0^m,50$ *de l'Observatoire d'Alger.* Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Mouchez.

« Les circonstances ne m'ont pas permis d'étudier le spectre de la comète de 1812 (Pons-Brooks) avant le 22 décembre. Dans les soirées du 22 et du 23, malgré des conditions atmosphériques assez médiocres, j'ai pu constater que le spectre de cette comète était formé de deux bandes dans le vert, d'intensités très différentes, la plus réfrangible étant, de beaucoup, la plus brillante, et d'une bande très faible dans le bleu. Dans la soirée du 24, j'ai réussi à obtenir des mesures assez concordantes des positions de ces bandes. En comparant ces positions à celles des bandes analogues du spectre d'une flamme d'alcool, j'ai obtenu les résultats suivants :

	Comète.	Flamme d'alcool.
Lecture pour la raie D	13°,18	° »
Première bande verte (moins réfrangible)	13,92	14,09
Deuxième bande verte	15,12	15,20
Bande bleue	16,76	17,04

» Je crois pouvoir en conclure que le spectre de la comète est, dans sa partie visible, identique à celui d'une flamme d'alcool.

» Les observations ont été faites avec un spectroscope formé d'un prisme à vision directe pour la raie D et adapté au télescope de $0^m,50$.

» Je n'ai pu, jusqu'à présent (26 décembre), distinguer la bande des hydrocarbures, située entre C et D. Il résulte pourtant des observations faites par M. Rayet, à Bordeaux, que cette bande se voyait le 7 décembre. Il est possible que son intensité ait beaucoup diminué depuis; il se peut aussi que le prisme dont j'ai fait usage, et dont le flint est très dense, soit un peu trop dispersif. Il sera donc d'un grand intérêt de savoir si cette disparition de la bande orangée est réelle, ou s'il faut l'attribuer aux conditions atmosphériques ou instrumentales dans lesquelles j'ai examiné le spectre de la comète. Les observations qui seront faites en d'autres stations

et celles que je me prépare moi-même à faire avec une dispersion un peu plus faible nous fixeront sans doute sur ce point important.

» L'éclat de la comète augmente assez rapidement. Le 24 décembre, la queue se développe, en ligne droite, jusqu'à 2° environ, par un angle de position de 28°. Il est probable que le noyau aura bientôt assez d'éclat pour que l'on puisse, au moyen de la photographie, étudier son spectre dans le violet et l'ultra-violet. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les multiplicateurs des équations différentielles linéaires.* Note de M. **Halphen** (1).

« On peut, en général, intégrer complètement une équation linéaire quand on connaît, en fonction de la variable indépendante, l'expression d'un polynôme à coefficients constants, entier et homogène par rapport aux solutions inconnues. C'est ce que j'ai montré dans une Communication récente. Je vais aujourd'hui traiter un cas de la question générale, et *intégrer une équation du troisième ordre, connaissant, en fonction de la variable indépendante, l'expression d'un polynôme homogène du troisième degré, composé avec les solutions inconnues.*

» Soit p la fonction donnée; soit aussi

$$y''' + ay' + by = 0 \tag{1}$$

l'*adjointe* de l'équation proposée. Le problème consiste à trouver, pour cette adjointe, un multiplicateur φ du second degré, ayant p pour *source :*

$$\varphi = py''^2 + qy'^2 + ry^2 + hy'y'' + lyy'' + myy'.$$

» Le procédé que j'ai indiqué dans ma Note précédente conduit, pour ce but, aux six équations suivantes :

$$3h + 2p' = 0,\quad 4q + h' + l - 2ap = 0,\quad l' + 2m - 2bp = 0,$$
$$2q'' + 6r + 5m' + 6aq - 2(ah)' - 3al - 3bh = 0,$$
$$6r' + m'' - (al)' + 2am + 2bq - (bh)' - 4bl = 0,$$
$$r''' + (ar)' - 3br - (bl)'' + (bm)' = 0.$$

» Des quatre premières, on tire h, l, m, r exprimés linéairement par p, q et leurs dérivées. Substituant dans les deux dernières, et représentant

(1) Voir p. 1408 de ce Volume.

par A, B deux fonctions linéaires de $p, p', \ldots$, j'obtiens

$$(2) \qquad q''' + aq' + \left(\tfrac{1}{2}a' + \tfrac{9}{10}\nu\right)q + \mathrm{A} = 0,$$

$$(3) \qquad 21\nu q'' + 7\nu' q' + (9a\nu + \nu'')q + \mathrm{B} = 0,$$

formules dans lequelles j'ai introduit, au lieu de b, l'invariant ν :

$$\nu = a' - 2b.$$

» L'élimination de q entre (2) et (3) conduirait à l'équation du dixième ordre, d'où dépendent les fonctions p. Mais, par hypothèse, nous connaissons une de ces fonctions, et nous avons simplement à trouver q.

» Écartons d'abord le cas particulier où l'invariant ν est nul. En ce cas, signalé pour la première fois par M. Laguerre [1], l'équation s'abaisse au second ordre. L'équation, d'où dépend p, s'abaisse au septième ordre et se réduit à $\mathrm{B} = 0$; enfin q est donné par la seule équation (2), qui n'est autre que la proposée avec un second membre. Conformément à la théorie générale, cette circonstance signifie qu'il existe, entre les solutions, trois relations homogènes du troisième degré, linéairement distinctes. C'est effectivement le cas, puisque entre ces solutions existe une relation homogène du second degré.

» L'invariant ν étant maintenant supposé différent de zéro, on pourra, par deux différentiations, éliminer q''' et q'' des équations (2) et (3). Il s'introduit alors un nouvel invariant δ

$$\delta = 9a\nu^2 + 7\nu'^2 - 6\nu\nu'',$$

et, C, D étant deux nouvelles fonctions linéaires de $p, p', \ldots$, on trouve

$$(4) \qquad 4\delta q' + \left(\frac{1}{2}\delta' + \frac{3^4 \cdot 7}{10}\nu^3\right)q = \mathrm{D},$$

$$(5) \qquad \left\{ \begin{aligned} &\left(28\delta\nu' - \frac{3^3 \cdot 7}{2}\nu\delta' - \frac{3^5 \cdot 7^2}{10}\nu^4\right)q' \\ &\quad + \left(36a\nu\delta + 4\delta\nu'' - \frac{21}{2}\nu\delta'' - \frac{3^6 \cdot 7^2}{10}\nu^3\nu'\right)q = \mathrm{C}. \end{aligned} \right.$$

» De ces deux dernières, on pourra tirer q' et q si le dénominateur commun n'est pas nul. Si le dénominateur est nul, on ne pourra obtenir q que par l'équation (4); c'est qu'alors, d'après la théorie générale, les solutions sont liées par une relation homogène du troisième degré. Pour

---

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 116 et 224.

former ce dénominateur Ω, il convient d'introduire les invariants

$$\delta_1 = 3\varphi\delta' - 8\delta\varphi', \quad \theta = 2\delta\delta'_1 - 3\delta_1\delta',$$

et l'on trouve

$$\Omega = 7\theta - \frac{3^4\cdot 7^2}{2}\varphi^3\delta_1 - \frac{3^9\cdot 7^3}{100}\varphi^7 + \frac{1}{\varphi}\left(\frac{7}{4}\delta_1^2 + 16\delta^3\right).$$

» *L'équation* $\Omega = 0$ *exprime que les solutions de l'équation différentielle sont liées par une relation homogène du troisième degré à coefficients constants.* Cette expression est ici donnée par les invariants de l'adjointe (1); mais, pour y faire figurer les invariants de l'équation proposée elle-même, on n'a qu'à changer les signes de φ, δ_1 et θ, sans modifier celui de δ.

» Supposons maintenant le cas général, celui où l'invariant Ω n'est pas nul. Les équations (4) et (5) donnent q explicitement, et le multiplicateur φ est entièrement connu. On en pourra conclure l'intégrale, du troisième degré, correspondante; mais on peut éviter de considérer cette intégrale et opérer sur le multiplicateur seul.

» On calculera le *discriminant* de φ. Soit p_1 ce discriminant; il est la *source* d'un nouveau multiplicateur φ_1, du second degré, qui se calculera comme le précédent. Or l'intégrale fournie par φ_1 est le *covariant hessien* de l'intégrale fournie par φ. La théorie des formes cubiques ternaires conduit, d'après cette remarque, à achever ainsi la solution. On calculera le discriminant de $\lambda\varphi_1 + \mu\varphi$; c'est une forme cubique en λ, μ, qui pourra s'écrire ainsi

$$\left(\mu^3 - \frac{S}{2}\mu\lambda^2 - \frac{T}{3}\lambda^3\right)p_1 + \left(\frac{S}{2}\mu^2\lambda + T\mu\lambda^2 + \frac{T^2}{12}\lambda^3\right)p.$$

» Les lettres S, T désignent des *constantes*, les invariants de l'intégrale correspondant à φ; ce sont aussi les invariants du polynôme du troisième degré, dont p est l'expression donnée. En prenant $\mu:\lambda$ racine de l'équation

$$\mu^4 - S\mu^2\lambda^2 - \tfrac{3}{4}T\mu\lambda^3 - \tfrac{1}{12}S^2\lambda^4 = 0,$$

on aura un multiplicateur $\lambda\varphi_1 + \mu\varphi$ correspondant à une intégrale qui se décompose en trois facteurs. Chacun de ces facteurs est une intégrale première linéaire de l'équation (1), et, dans un tel facteur, le coefficient de y'' est une solution de l'équation adjointe, c'est-à-dire de l'équation proposée. La théorie des formes cubiques fait connaître l'expression de ces facteurs, comme covariants irrationnels, dépendant d'une équation du troisième degré. On en déduit facilement l'équation du troisième degré d'où dépen-

dent les coefficients de y'' dans ces covariants, et cette équation se forme au moyen de φ et φ_1. La méthode conduit donc à trouver explicitement les solutions cherchées par des calculs algébriques.

» Il y a des cas d'exception : ce sont ceux où l'intégrale correspondant à φ est décomposable en facteurs elle-même. On en sera averti par les valeurs numériques de S, T. S'il en est ainsi, la solution exige une ou deux quadratures; mais ce sont des détails sur lesquels il est inutile d'insister.

» Si l'Académie veut bien le permettre, je donnerai ultérieurement des applications numériques de cette théorie. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un moyen de déterminer le facteur d'intégrabilité;* par M. **W. Maximovitch.**

« Supposant que le premier membre d'une équation différentielle soit décomposé en deux parties distinctes entre elles [1]

$$M_1\,dx + N_1\,dy + (M_2\,dx + N_2\,dy) = 0,$$

nous donnons la condition pour qu'elles admettent un facteur commun d'intégrabilité μ et faisons connaître ce dernier lorsqu'il existe, à savoir

$$\mu = e^{\int P\,dx + Q\,dy},$$

en posant, pour abréger,

$$P = \frac{M_1 R_2 - M_2 R_1}{M_1 N_2 - M_2 N_1}, \quad Q = \frac{N_1 R_2 - N_2 R_1}{M_1 N_2 - M_2 N_1},$$
$$R_1 = \frac{dM_1}{dy} - \frac{dN_1}{dx}, \quad R_2 = \frac{dM_2}{dy} - \frac{dN_2}{dx},$$

et la seule condition, à la fois nécessaire et suffisante, pour que μ existe, est que $P\,dx + Q\,dy$ soit une différentielle exacte. Ce résultat semble préférable au procédé connu, indiqué par Euler (*Instit. Cal. Int.*, Vol. I, n° 464), consistant à déterminer le facteur d'intégrabilité μ, commun aux deux parties du premier membre de l'équation proposée, en égalant

---

(1) En ce sens que leur rapport n'est pas indépendant de dx et dy, car autrement, après la suppression d'un facteur ne contenant pas ces différentielles, l'équation proposée se réduirait simplement à

$$M_1\,dx + N_1\,dy = 0.$$

Nous supposons donc que M_1, N_1 et M_2, N_2 ne sont pas proportionnels, ou bien que $M_1 N_2 - M_2 N_1$ est différent de zéro.

les expressions générales $\mu_1\varphi(u_1)$ et $\mu_2\varphi(u_2)$ des facteurs qui rendent intégrables séparément chacune de ces parties, procédé qui, sans indiquer d'avance si le problème est possible, exige encore la connaissance préalable de deux facteurs particuliers μ_1 et μ_2, ainsi que des intégrales correspondantes u_1 et u_2.

» Nous obtenons nos résultats en observant simplement que, pour être à la fois facteur d'intégrabilité des deux différentielles dont se compose le premier membre de l'équation proposée, μ doit satisfaire aux deux conditions simultanées

$$N_1 \frac{d\mu}{\mu\,dx} - M_1 \frac{d\mu}{\mu\,dy} = \frac{dM_1}{dy} - \frac{dN_1}{dx}, \quad N_2 \frac{d\mu}{\mu\,dx} - M_2 \frac{d\mu}{\mu\,dy} = \frac{dM_2}{dy} - \frac{dN_2}{dx},$$

qui font connaître les expressions P et Q des deux dérivées partielles de $\log \mu$. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le nombre de décompositions d'un entier en cinq carrés;* par M. **Stieltjes**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Dans votre dernière Lettre vous m'avez communiqué ces deux formules :

$$(a) \quad \begin{cases} q + 4q^4 + 9q^9 + 16q^{16} + \ldots \\ \quad = (1 + 2q + 2q^4 + 2q^9 + \ldots)\left[\dfrac{q}{(1+q)^2} + \dfrac{q^3}{(1+q^3)^2} + \dfrac{q^5}{(1+q^5)^2} + \ldots\right], \end{cases}$$

$$(b) \quad \begin{cases} q^{\frac{1}{4}} + 9q^{\frac{9}{4}} + 25q^{\frac{25}{4}} + \ldots \\ \quad = \left(q^{\frac{1}{4}} + q^{\frac{9}{4}} + q^{\frac{25}{4}} + \ldots\right)\left[1 + \dfrac{8q^2}{(1+q^2)^2} + \dfrac{8q^4}{(1+q^4)^2} + \dfrac{8q^6}{(1+q^6)^2} + \ldots\right]. \end{cases}$$

» C'est en étudiant votre première formule (a) que j'ai été amené à considérer de nouveau cette fonction $F(n)$ qui représente le nombre total des solutions de $n = x^2 + y^2 + z^2 + t^2 + u^2$.

» Le nombre des solutions de $n = x^2 + y^2 + z^2 + t^2$ étant

$$8[2 + (-1)^n]\varphi(n),$$

$\varphi(n)$ désignant la somme des diviseurs *impairs* de n, il s'ensuit

$$\begin{aligned} F(n) = 16[\varphi(n) + 2\varphi(n-1) + 2\varphi(n-4) + 2\varphi(n-9) + \ldots] \\ + 8(-1)^n[\varphi(n) - 2\varphi(n-1) + 2\varphi(n-4) - 2\varphi(n-9) + \ldots]. \end{aligned}$$

» Il est essentiel d'observer que, lorsque n est un carré, il faut encore tenir compte du terme $\varphi(0) = \frac{1}{24}$.

» En posant

$$(1)\quad \begin{cases} A(n) = \varphi(n) + 2\varphi(n-4) + 2\varphi(n-16) + 2\varphi(n-36) + \ldots, \\ B(n) = \varphi(n-1) + \varphi(n-9) + \varphi(n-25) + \varphi(n-49) + \ldots, \end{cases}$$

nous aurons donc

$$(2)\quad \begin{cases} F(n) = 24A(n) + 16B(n) & (n \text{ pair}), \\ F(n) = 8A(n) + 48B(n) & (n \text{ impair}). \end{cases}$$

» Maintenant votre formule (a) donne aisément les relations suivantes :

$$\begin{aligned} A(n) &= 4B(n) & (n \equiv 3, \text{ mod. } 4), \\ A(n) &= 8B(n) & (n \equiv 5, \text{ mod. } 8), \\ A(n) &= B(n) & (n \equiv 2, \text{ mod. } 4). \end{aligned}$$

» Il s'ensuit donc une simplification de l'expression de $F(n)$ dans les formules (2). Or je trouve qu'une telle réduction est toujours possible. On peut, en effet, exprimer toujours ces deux fonctions $A(n)$, $B(n)$ l'une par l'autre. Voici, à cet effet, les formules

$$(3)\quad \begin{cases} A(n) = 4B(n) & (n \equiv 3, \text{ mod. } 4), \\ A(n) = 24B(n) & (n \equiv 1, \text{ mod. } 8), \\ A(n) = 8B(n) & (n \equiv 5, \text{ mod. } 8), \\ 8^k A(n) = \dfrac{2^{3k+1}+5}{7} B(n) & (n = 2^{2k+1}m,\ m \equiv 1, \text{ mod. } 2,\ k = 0, 1, 2, 3, \ldots), \\ 8^k A(n) = \dfrac{2^{3k+1}+5}{7} B(n) & (n = 4^k m,\ m \equiv 3, \text{ mod. } 4,\ k = 1, 2, 3, \ldots), \\ 6.8^k A(n) = \dfrac{3.2^{3k+2}-5}{7} B(n) & (n = 4^k m,\ m \equiv 1, \text{ mod. } 8,\ k = 1, 2, 3, \ldots), \\ 2.8^k A(n) = \dfrac{2^{3k+2}+3}{7} B(n) & (n = 4^k m,\ m \equiv 5, \text{ mod. } 8,\ k = 1, 2, 3, \ldots), \end{cases}$$

» Une réduction ultérieure de l'expression de $F(n)$ est possible à l'aide de ces relations :

$$(4)\quad \begin{cases} B(4n) = 16B(n) & (n \equiv 3, \text{ mod. } 4), \\ B(4n) = 96B(n) & (n \equiv 1, \text{ mod. } 8), \\ B(4n) = 32B(n) & (n \equiv 5, \text{ mod. } 8), \\ B(4n) = 8B(n) & (n \text{ pair}). \end{cases}$$

» On trouvera de cette manière

$$(5)\quad \begin{cases} F(2\cdot 4^k.m) = 40f(k)B(2m) & (m\equiv 1, \text{ mod. } 2), \\ F(4^k.m) = 80f(k)B(m) & (m\equiv 3, \text{ mod. } 4), \\ F(4^k.m) = 240[2f(k)-1]B(m) & (m\equiv 1, \text{ mod. } 8), \\ F(4^k.m) = 16[10f(k)-3]B(m) & (m\equiv 5, \text{ mod. } 8), \\ \qquad k=0, 1, 2, 3, \ldots, \end{cases}$$

où j'ai posé, pour abréger,

$$f(k) = \frac{2^{3k+2}+3}{7}:$$

donc

$$f(0)=1, \quad f(1)=5, \quad f(2)=37, \quad \ldots, \quad f(k+1)=8f(k)-3.$$

» On voit par conséquent qu'on peut dans tous les cas exprimer $F(4n)$ par $F(n)$.

» Ayant construit une table de la fonction $B(n)$ pour les premières centaines, j'ai observé qu'on a toujours, p étant un nombre premier impair,

$$B(p^2) = \frac{p^3-p+1}{24}.$$

» Ayant vérifié cette formule dans un grand nombre de cas, je n'ai pas de doute qu'elle ne soit vraie généralement, quoique je ne l'aie pas encore démontré. On a donc aussi

$$F(p^2) = 10(p^3-p+1).$$

» Peut-être a-t-on encore

$$B(p^4) = \frac{p(p^2-1)(p^3+1)+1}{24}$$

et

$$F(p^4) = 10[p(p^2-1)(p^3+1)+1],$$

mais je n'ai vérifié cette relation que pour $p=3$, 5 et 7 : les calculs deviennent trop laborieux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Remarque au sujet d'une Note de M.* Backlund, *sur un développement de la fonction perturbatrice;* par M. **R. Radau.**

« En vue des applications importantes qui pourront être faites d'une formule récemment communiquée à l'Académie par M. Backlund ([1]), il ne sera peut-être pas inutile de faire remarquer que les coefficients $E_n^{(s)}$ ont pour expression

$$E_n^{(s)} = \left(\frac{s}{2}, n\right) \frac{\theta^n}{(1+\theta^2)^{\frac{s}{2}+n}}.$$

» C'est ce qui résulte aussi d'une formule qui a été donnée par M. Appell ([2]). »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la génération des surfaces.* Note de MM. **J.-S.** et **M.-N. Vaněček**, présentée par M. Ossian Bonnet.

« 1. Dans notre Note du 24 décembre, nous avons indiqué la construction de quelques surfaces. Dans celle-ci, nous voulons montrer les propriétés générales des surfaces S, T des nos 5 et 6 de la Note citée.

» 2. Nous disons que :

» Les $2l$ points l de rencontre de la courbe L avec la surface F du second degré sont les points multiples d'ordre d sur la surface gauche S. Les plans tangents en ces points à la surface F sont les plans tangents multiples d'ordre d de la surface S, et par chaque point l passent d droites génératrices de cette surface qui touchent la surface F.

» La surface S a $2d$ points d communs avec la surface F, qui sont les points multiples d'ordre l sur S. Ces points sont les points de contact des plans tangents communs aux surfaces D, F, et par chacun de ces points passent l génératrices de la surface S, qui touchent la surface F. Lesdits plans sont les plans tangents multiples d'ordre l, et touchent à la fois les surfaces F, S.

» Et

» La surface gauche S, dérivée d'une courbe L d'ordre l et de la classe λ,

---

([1]) *Comptes rendus*, même Tome, p. 1470.
([2]) *Ibid.*, p. 1037.

et d'une surface développable ϖ d'ordre δ et de la classe d par rapport à une surface du second ordre F, a

$$\delta l + d\lambda$$

plans d'inflexion. Ces plans sont les plans tangents communs aux figures L, D, puis les plans polaires de leurs points de rencontre.

» 3. Considérons la surface T engendrée par les courbes planes L'.

» La courbe D est une ligne multiple d'ordre l sur la surface T. Les points l de rencontre de la courbe L avec la surface F sont les points multiples d'ordre d de la surface T.

» La surface conique, circonscrite à la surface F d'un point arbitraire l de la courbe L, rencontre D en $2d$ points d. Les droites l, d touchent la surface F aux points a. Le lieu de ces points est la courbe d'intersection (a) des surfaces F, T. Les points de rencontre des courbes D, L avec F sont les points multiples respectivement d'ordre l, d de la courbe (a).

» 4. La surface T est d'ordre $2dl$. Quand les courbes D, L occupent des positions singulières réciproques, la surface se décompose en des plans et en une surface propre.

» Les points d'intersection des courbes D, L produisent un tel abaissement de T. Les plans polaires par rapport à la surface F sont les parties de la surface T.

» Par conséquent nous pouvons faire abaisser l'ordre de la surface T jusqu'à une certaine limite.

» 5. Si la courbe L devient une droite, la surface T offre d'intéressantes propriétés. Par un choix convenable des positions des lignes D, L vers la surface F, nous obtiendrons des surfaces dont quelques-unes peuvent être engendrées par une autre voie bien connue. Quoique ces surfaces appartiennent à des familles diverses, néanmoins elles sont liées par la même loi de génération de notre point de vue.

» 6. Au cas que la ligne L est une droite, sa droite polaire L' par rapport à F est une ligne multiple d'ordre d sur la surface T, et par conséquent chaque plan passant par L' rencontre cette surface encore en une courbe d'ordre d.

» Chaque plan P passant par L coupe la surface T en d coniques C qui passent toutes par les points d'intersection m, n de la droite L avec F et par le point de rencontre de la droite L' avec ce plan. Chacune de ces coniques passe par un point d'intersection d de la courbe D avec P.

» Si la droite L passe par le centre c de la surface F, la droite L' se trouve à l'infini et les coniques C sont des hyperboles.

» Le plan conjugué à la direction L rencontre D en des points qui fournissent des paraboles C; et le plan tangent au point m ou n à F rencontre D aux points d dont chacun offre un couple de droites, situées dans le plan passant par ce point et par L.

» 7. Supposons que les lignes D, L soient respectivement une conique et une droite passant par c.

» La surface T est du quatrième ordre, ayant la droite L' de l'infini pour une ligne double. La droite L perce le plan D de la conique D en un point dont le plan polaire rencontre D en une droite A, qui est de même une droite double de T. Ces deux droites A, L' sont situées sur le même plan.

» Les plans du faisceau (L) rencontrent T chacun en deux hyperboles; deux de ces plans la coupent chacun en une hyperbole et en une parabole, et quatre de ces plans contiennent un couple de droites et une hyperbole.

» Quand la droite L' touche la conique D, alors toutes les sections de la surface T menées par L' sont paraboliques et celles par L sont hyperboliques, excepté une qui consiste en deux droites parallèles.

» 8. La droite L passe par c et la courbe D se trouve sur le plan tangent au point m ou n à F. La surface T est une *surface conique* du second degré.

» Supposons que les lignes D, L soient des droites qui ne sont pas situées dans le même plan et que L passe par c. La surface T est un *paraboloïde hyperbolique*.

» L passe par c et D est une droite à l'infini; T est un *cylindre hyperbolique*.

» L passe par c et D est une droite située sur le plan (cL'); la surface T est un *cylindre parabolique*.

» La surface T offre quelque intérêt quand la ligne D est une hélice ayant la droite L qui passe par c'' pour axe, et la surface F étant une sphère.

» 9. Supposons que la droite L soit à l'infini et que D soit une courbe gauche. La droite L' passe par conséquent par c.

» Chaque plan du faisceau (L) rencontre la surface T en d coniques semblables et semblablement placées avec la conique de rencontre du plan sécant avec F.

» Quand D est une circonférence d'un cercle ayant son centre au point de rencontre de la perpendiculaire abaissée de c sur son plan, qui est parallèle à la droite L', la polaire de la droite L à l'infini; ou quand la circonférence D touche la droite L', F étant dans les deux cas une sphère.

» On obtient des surfaces T du quatrième ordre dont les propriétés sont très intéressantes. »

ÉLECTRICITÉ. — *Réponse aux observations de M.* Larroque, *sur les expériences relatives à l'étude des courants telluriques.* Note de M. E.-E. Blavier.

« Je trouve, dans un des derniers numéros des *Comptes rendus*, une Note de M. Larroque, relative aux expériences que j'ai faites sur les courants telluriques, et à laquelle je demande la permission de répondre brièvement.

» Le potentiel, en un point de la terre, peut varier par suite de circonstances accidentelles, telles que la décharge d'un nuage orageux; mais cette variation est infiniment courte et l'équilibre se rétablit à peu près instantanément. Il en résulte seulement dans les fils conducteurs des courants d'une durée très brève qui, comme je l'ai expliqué dans la Note insérée au numéro du 26 novembre des *Comptes rendus*, ne donnent aucune trace sur le papier photographique, l'espace consacré à une heure étant seulement de $0^m,01$.

» Suivant M. Larroque, j'aurais dû tenir compte des courants qui se développent aux contacts des extrémités de la ligne avec le sol.

» Nos plaques de terre sont formées de masses de fer qui donnent, en effet, lieu à des courants, par suite de leur différence d'action chimique sur l'eau qui les environne. Mais la force électromotrice qui en résulte, que nous connaissons depuis longtemps et que nous avons mesurée, est très faible; elle ne dépasse pas, en général, $\frac{1}{10}$ de volt; tandis que celle qui produit le courant tellurique, sur une ligne comme celle de Paris à Nancy, atteint souvent, même en temps ordinaire, 3, 4 et 5 volts. La force électromotrice due à l'action des électrodes est d'ailleurs sensiblement constante pendant une certaine période de temps et ne peut modifier la forme des courbes; son seul effet est de déplacer leur position par rapport à l'axe.

» M. Larroque pense que j'aurais dû faire connaître à chaque instant *le potentiel statique du sol aux deux contacts.* Je n'ai pas songé à faire cette détermination, parce que je ne connais pas de moyen de déterminer la valeur absolue du potentiel en un point, et que je me proposais seulement de mesurer la différence des potentiels entre les deux extrémités d'une ligne.

» L'*induction électrostatique de la terre,* dit M. Larroque, *vient encore*

troubler les indications. Je me demande ce qu'il entend par induction électrostatique de la terre, pour des fils qui sont en relation avec elle.

» M. Larroque ajoute que *l'intensité des courants dépend, dans une assez large mesure, de la résistance du sol, et que, par suite, ses variations accidentelles sont liées à la température et au degré d'humidité du sol.* La résistance du sol autour d'un point, lorsque la communication est bien établie, comme cela a lieu dans nos bureaux télégraphiques, est au plus de 30 à 40 ohms. Que peut faire une variation sur un circuit dont la résistance totale est de 10 000 ohms?

» M. Larroque pense que les *lignes télégraphiques aériennes, à fil nu, ne se prêtent pas à l'étude des courants telluriques.* Mes expériences prouvent le contraire, puisque deux fils de Paris à Nancy, l'un aérien et l'autre souterrain, donnent identiquement les mêmes courbes.

» Il croit qu'*il est absolument nécessaire que la ligne soit formée d'un fil très peu résistant, non magnétique, bien isolé et absolument abrité de l'humidité.* Je crois, au contraire : 1° que, pour éviter les effets secondaires, il faut employer un circuit résistant; c'est dans ce but que nous avons adopté 10 000 ohms pour sa résistance; 2° que les propriétés magnétiques du conducteur sont absolument indifférentes; 3° enfin que l'état d'isolement de nos lignes est parfaitement suffisant, puisque, comme je l'ai dit, on trouve même résultat sur une ligne aérienne et sur une ligne souterraine aboutissant aux mêmes points extrêmes, et dont les conducteurs sont en fer pour la première et en cuivre pour l'autre.

» Il est probable que M. Larroque n'aurait pas envoyé ses observations à l'Académie s'il avait vu nos courbes, que je tiens entièrement à sa disposition.

» Nos expériences continuent et je profite de l'occasion pour signaler à l'Académie deux résultats nouveaux qui offrent un certain intérêt.

» Nous avons voulu nous assurer que les courbes des courants telluriques ne sont pas troublées par l'effet des transmissions télégraphiques du poste central de Paris, dont nous empruntons le fil de terre. Le fait que j'ai déjà signalé, de deux fils de directions opposées qui fournissent des courbes absolument contraires, en était déjà une preuve; mais nous avons voulu en avoir une nouvelle confirmation : nous avons pris à cet effet deux fils aboutissant à Nancy d'un côté, tandis que leurs autres extrémités sont à la terre au poste central de Paris pour l'un d'eux et à Viroflay pour le second. Les courbes formées par ces deux conducteurs sont absolument identiques.

» J'avais, dans ma dernière Note, exprimé l'opinion, déjà mise en avant

par plusieurs physiciens au Congrès des électriciens, mais qui avait besoin d'être confirmée par l'expérience, qu'on pouvait observer les variations des courants telluriques au moyen de lignes très courtes. J'ai comparé les courants fournis par la ligne de Paris à Châlons avec ceux que donne une ligne allant du poste central de Paris (103, rue de Grenelle) au bastion de la porte de Flandres. En conservant pour l'observation de ces derniers une résistance totale de 10000 ohms, on n'obtient que des variations insignifiantes d'intensité; mais en réduisant cette résistance à 1000 ohms, on retrouve les mêmes variations que sur la ligne de Paris à Châlons, avec une légère différence des courbes toutefois, tenant à ce que les deux lignes n'ont pas absolument la même direction.

» Sur la ligne de la station centrale à la porte de Flandres, nous avons, en raison de la diminution de la résistance du circuit, constaté l'effet de la force électromotrice due aux deux plaques de terre, qui est d'environ $\frac{1}{10}$ d'ohm et qui a pour effet de déplacer les courbes par rapport à l'axe correspondant à l'absence de tout courant; mais ce déplacement ne gêne en rien l'observation : il suffit en effet d'orienter convenablement le miroir supporté par le fil de suspension pour que les traces laissées par la lumière se trouvent dans l'espace consacré à l'enregistrement. »

PHYSIQUE. — *Sur la température qu'on obtient à l'aide de l'oxygène bouillant et sur la solidification de l'azote.* Note de M. S. **Wroblewski**, présentée par M. Debray.

« Parmi tous les gaz considérés autrefois comme permanents, l'hydrogène seul ne m'a présenté, à la température de $-136°$ C., aucun indice de liquéfaction. Même, si l'on comprime ce gaz à cette température vers 150^{atm} et si ensuite on le détend brusquement, aucun brouillard ne se produit dans le tube où le gaz est enfermé. Évidemment, pour liquéfier l'hydrogène, il faut disposer d'une température inférieure au minimum qu'on obtient à l'aide de l'éthylène liquide porté à l'ébullition dans le vide. Parmi les gaz plus difficilement liquéfiables que l'éthylène et dont on pourrait faire usage pour la production d'un froid beaucoup plus intense, c'est l'oxygène qui m'a paru pouvoir servir le plus facilement.

» Les conditions de la liquéfaction de l'oxygène étant bien déterminées par les recherches que j'ai eu l'honneur de faire connaître à l'Académie, il s'ensuit qu'on peut, à présent, liquéfier ce gaz en quantités considérables avec une grande facilité. On peut maintenant imaginer mille procédés et

construire mille appareils qui permettraient d'effectuer cette liquéfaction de telle sorte que la production industrielle de l'oxygène liquide, si je peux m'exprimer ainsi, n'est à partir de là qu'une question de moyens matériels mis à la disposition de l'expérimentateur. Ainsi je fais usage déjà depuis le commencement du mois d'octobre de l'oxygène liquide comme réfrigérant. Je demande la permission de communiquer à l'Académie les résultats de ces expériences.

» Liquéfié en grande quantité et évaporé brusquement par la suppression instantanée de la pression, l'oxygène ne se solidifie point comme l'acide carbonique, mais il laisse un résidu cristallin sur le fond de l'appareil dans lequel il était conservé à l'état liquide et sur l'objet à refroidir, plongé dans l'oxygène. Je ne puis pas dire si ce résidu se compose de cristaux d'oxygène seul ou s'il vient des impuretés possibles, puisque l'oxygène dont je me sers pour ces expériences est préparé par le chlorate de potassium mélangé avec le peroxyde de manganèse. Ce résidu disparaît lorsque la température commence à s'élever. Si l'objet à refroidir se compose d'un tube en verre, la couche mince de ce résidu opaque est souvent bien gênante pour l'observateur.

» Une autre circonstance qui rend très difficile l'emploi de l'oxygène liquide comme réfrigérant est la nécessité de s'en servir dans des appareils fermés et ayant une grande résistance. Je n'ai pu obtenir jusqu'à présent l'oxygène à l'état d'un liquide statique sous la pression d'une atmosphère. J'ai dû, en conséquence, mettre les objets à refroidir dans des appareils que je remplis avec l'oxygène liquide, et je puis profiter seulement du froid que donne l'oxygène bouillant au moment où la pression cesse. Comme ces appareils sont construits en partie en verre, un grand inconvénient résulte du danger continuel d'explosion sérieuse. Après quelques accidents qui se sont produits pendant ces expériences, pour obvier au danger, les personnes qui m'aident et moi, nous ne faisons les expériences que le masque au visage.

» Mais la plus grande difficulté de ces expériences, c'est la durée trop petite de l'ébullition de l'oxygène et par conséquence la durée trop petite du refroidissement.

» J'ai essayé de mesurer la température que présente l'oxygène bouillant. Pour cela j'ai appliqué une méthode de mesures thermo-électriques qui, outre qu'elle est d'une très grande sensibilité, permet d'enregistrer tous les changements brusques de la température du milieu. Les indications des appareils employés ont été comparées avec celles d'un thermomètre à hy-

drogène entre + 100° C. et — 130° C. La nature de la fonction qui lie ces indications a permis de faire une extrapolation. Réservant la description de ma méthode à une Communication postérieure, j'indique ici *cent quatre-vingt-six degrés au-dessous de zéro* (— 186° C.) comme première approximation de la température qui se produit dans la détente de l'oxygène liquéfié.

» J'ai soumis l'azote avec succès à l'action de ce froid. Ce gaz comprimé, refroidi dans l'oxygène bouillant et soumis à une faible détente, se solidifie et tombe comme de la neige en cristaux d'une dimension remarquable. »

PHYSIQUE. — *Sur le maximum de solubilité du sulfate de soude.* Note de M. **E. Pauchon**, présentée par M. Berthelot.

« La chaleur de dissolution d'un sel dans l'eau peut être calculée à l'aide d'une relation due à Kirchhoff. Voici cette relation, sous la forme que lui a donnée M. Moutier :

» Désignons par :

Q *la chaleur de dissolution* du sel, c'est-à-dire la quantité de chaleur mise en jeu quand on effectue la dissolution de l'unité de poids du sel dans la quantité d'eau strictement nécessaire pour le dissoudre;

L *la chaleur de vaporisation* de l'eau;

Φ la tension maxima de la vapeur d'eau en millimètres de mercure à la température t du début de l'expérience;

$\frac{d\Phi}{dt}$ le coefficient différentiel de ces deux éléments;

g le nombre de parties de sel (en poids) dissoutes dans 100 parties d'eau;

dg le coefficient différentiel de solubilité;

a et b les deux coefficients empiriques qui dépendent de la loi de tension de vapeur de la solution considérée.

» A la température t la tension de vapeur de la solution contenant n parties de sel sur 100 parties d'eau est

$$\varphi = \Phi[1 - n(a + b\Phi)].$$

» Nous aurons, d'après Kirchhoff, entre ces divers éléments, la rela-

tion

$$Q = \frac{100L}{1 - g(a + b\Phi)} \frac{\Phi}{\frac{d\Phi}{dt}} \left[(a + b\Phi) \frac{1}{g} \frac{dg}{dt} + b \frac{d\Phi}{dt} \right].$$

» Les valeurs positives de Q correspondent à des quantités de chaleur consommées; ses valeurs négatives, à des quantités de chaleur restituées.

» Appliquons cette formule aux solutions de sulfate de soude.

Sans nous arrêter aux valeurs absolues de Q, *valeurs que la formule ne peut nous fournir aux températures élevées que nous allons considérer,* recherchons le signe de la variation de chaleur.

» En donnant à L, à Φ et à $\frac{d\Phi}{dt}$ les valeurs fournies par Regnault, à g et à $\frac{dg}{dt}$ celles fournies par Gay-Lussac et enfin à a et à b celles tirées de nos propres expériences, nous voyons qu'à 33° la valeur de Q, d'abord positive, change de signe avec $\frac{dg}{dt}$.

» Donc la solution qui laisse déposer du sel doit subir un échauffement aux températures inférieures à 33° ($Q > 0$) et un refroidissement aux températures supérieures.

» Cette vue de la théorie est justifiée par l'expérience.

» On sait, en effet, que le sel qui cristallise aux températures inférieures à 33° est hydraté, celui qui se dépose aux températures plus élevées est anhydre.

» Dans ce dernier cas, la chaleur de dissolution est négative aux basses températures : les mesures de M. Berthelot nous l'apprennent. J'ai vérifié directement que cette chaleur de dissolution est encore négative à 50°.

» La formule de Kirchhoff judicieusement interprétée permet donc, avec le secours des autres éléments thermiques, de prévoir l'existence et de déterminer la position du maximum de solubilité du sulfate de soude. »

CHIMIE. — *Sur une monamine oxygénée incomplète, l'oxallyl-diéthylamine.* Note de M. E. REBOUL, présentée par M. Wurtz.

« Dans une précédente Communication, j'ai annoncé que, en agissant sur l'épichlorhydrine, la diéthylamine fournissait, outre l'hydroxallyl-tétréthyldiamine, d'autres ammoniaques oxygénées. L'oxallyl-diéthylamine est la plus volatile de celles que met en liberté la potasse ajoutée au produit brut de la réaction.

» L'oxallyl-diéthylamine $Az\left\{\begin{matrix}(C^2H^5)^2\\ C^3H^5=O\end{matrix}\right.$ est un liquide incolore, épais, extrêmement soluble dans l'eau. Il jaunit peu à peu à la lumière. Son odeur forte et vireuse rappelle cependant celle de la diéthylamine. Cette base bout vers 160°; elle a donné à l'analyse :

	Expérience. I.	Expérience. II.	Théorie.
C	64,8	»	65,1
H	11,8	»	11,7
Az	»	10,6	10,8

» Traitée par l'acide chlorhydrique étendu en excès, puis par le chlorure platinique, elle donne un chloroplatinate qu'il est facile d'obtenir en fort beaux cristaux prismatiques à base rhombe, rouge grenat. Ils ont fourni à l'analyse :

	I.	II.	III.	IV.
Platine	26,5	26,5	26,6	»
Chlore (total)	»	»	»	38,0

» C'est donc le chloroplatinate, non d'oxallyl-diéthylamine, mais de la base chlorée résultant de la fixation de HCl sur le radical incomplet oxallyle ($C^3H^5=O$) ainsi transformé en un radical monovalent

$$\left(C^3H^5\Big\langle\begin{matrix}OH\\ Cl\end{matrix}\ \text{chlorhydroxallyle}\right).$$

Le chloroplatinate de chlorhydroxallyl-diéthylamine

$$\left[Az\left\{\begin{matrix}(C^2H^5)^2\\ C^3H^5\Big\langle\begin{matrix}OH\\ Cl\end{matrix},\ HCl\end{matrix}\right.\right]^2,\ PtCl^4$$

exige en effet $Pt = 26,5$ pour 100 et 38,2 pour 100, nombres à peu près absolument identiques à ceux que l'expérience a fournis.

» La chlorhydroxallyl-diéthylamine est le premier terme de la réaction de l'épichlorhydrine sur la diéthylamine.

» L'épichlorhydrine $C^3H^5\Big\langle\begin{matrix}O\\ Cl\end{matrix}$ se comporte comme de l'oxyde de propylène chloré et s'unit d'abord molécule à molécule avec la diéthylamine, à la façon des anhydrides glycoliques :

$$(\alpha)\qquad \underbrace{C^3H^5\Big\langle\begin{matrix}O\\ Cl\end{matrix}}_{\text{Épichlorhydrine.}} + \underbrace{Az\left\{\begin{matrix}(C^2H^5)^2\\ H\end{matrix}\right.}_{\text{Diéthylamine.}} = \underbrace{Az\left\{\begin{matrix}(C^2H^5)^2\\ C^3H^5\Big\langle\begin{matrix}OH\\ Cl\end{matrix}\end{matrix}\right.}_{\text{Chlorhydroxallyl-diéthylamine.}}$$

» La preuve que les choses se passent bien ainsi, c'est que, si l'on ajoute de l'eau au produit brut de la réaction de l'épichlorhydrine sur la diéthylamine, on voit se séparer une huile plus lourde que l'eau dans laquelle elle est insoluble ou peu soluble et qui se dissout intégralement dans l'acide chlorhydrique étendu [1]. Cette huile est presque entièrement formée par la base en question. Traitée par la potasse, elle perd une molécule d'acide chlorhydrique et devient l'oxallyl-diéthylamine $Az\begin{cases}(C^2H^5)^2\\(C^3H^5=O\end{cases}$, laquelle, à son tour, régénère la base chlorée à l'état de chlorhydrate, lorsqu'on la met en contact avec l'acide chlorhydrique étendu, en excès.

» Ces faits donnent la clef du mode de formation de l'hydroxallyltétréthyldiamine, dont l'étude a fait l'objet de la Communication précédente. Il commence par se produire la combinaison représentée par l'équation (α); puis, ensuite, la diéthylamine agit sur la base chlorée suivant l'équation

$$\underbrace{Az\begin{cases}(C^2H^5)^2\\C^3H^5\begin{matrix}\diagup OH\\ \diagdown Cl\end{matrix}\end{cases}}_{\text{Chlorhydroxallyl-diéthylamine.}} + \underbrace{Az\begin{cases}(C^2H^5)^2\\H\end{cases}}_{\text{Diéthylamine.}} = \underbrace{HCl + \begin{matrix}Az\\ \\Az\end{matrix}\begin{cases}(C^2H^5)^2\\(C^3H^5\text{-}OH)''\\(C^2H^5)^2\end{cases}}_{\text{Hydroxallyl-tétréthyldiamine.}}$$

» On comprend que celle-ci peut à son tour agir d'une manière analogue sur la monamine chlorée. De là des polyamines oxygénées plus condensées, qui se produisent en effet, et qui feront l'objet d'une Note ultérieure. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les fluorures de sodium*. Note de M. **Guntz**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai mesuré la chaleur de formation du fluorure de sodium et de son fluorhydrate, afin de les comparer à celles des sels de potassium que j'ai déjà étudiés. Elles se déduisent des chaleurs de dissolution et de neutralisation.

» J'ai trouvé, pour la chaleur de dissolution du fluorure de sodium :

$NaFl$ solide $+ 200H^2O^2 = NaFl$ dissous . . . . — $0^{Cal},6$ à $12°$

---

[1] Ce n'est que dans des cas exceptionnels (grand excès d'épichlorhydrine, réaction arrêtée trop tôt) que l'acide chlorhydrique laisse un résidu insoluble d'épichlorhydrine inattaquée.

Pour le fluorhydrate de fluorure, on trouve

$$\text{NaFl HFl} + 200\,\text{H}^2\text{O}^2 = \text{NaFl HFl dissous} \ldots\ldots\ldots \quad -6^{\text{Cal}},2 \text{ à } 12^{\circ}$$

» A l'aide de ces chiffres et des données suivantes, empruntées à M. Thomsen :

$$\text{NaO } (1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) + \text{HFl}(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) = \text{NaFl dissous} \ldots\ldots \quad +16^{\text{Cal}},3$$
$$\text{NaFl } (1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) + \text{HFl}(1^{\text{éq}} = 2^{\text{lit}}) = \text{NaFl HFl dissous} \ldots \quad -0^{\text{Cal}},3$$

on peut calculer la chaleur de formation de ces composés; on a

$$\text{NaHO}^2 \text{ solide} + \text{HFl gazeux} = \text{NaFl solide} + \text{H}^2\text{O}^2 \text{ solide.} \quad +39^{\text{Cal}},9$$
$$\text{NaFl solide} + \text{HFl gazeux} = \text{NaFl HFl solide} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +17^{\text{Cal}},1$$

» Je rappellerai les nombres suivants, déduits de mesures antérieures :

$$\text{Pour KFl} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +38^{\text{Cal}},2$$
$$\text{Pour KFl, HFl} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad +21^{\text{Cal}},0$$

» Comparons la chaleur de formation du fluorure de sodium à celle du chlorure, à partir de l'acide chlorhydrique gazeux,

$$\text{NaHO}^2 \text{ solide} + \text{HCl gazeux} = \text{NaCl solide} + \text{H}^2\text{O}^2 \text{ solide.} \quad +43^{\text{Cal}},4$$

» Comme pour les sels de potassium, la formation du chlorure dégage plus de chaleur que celle du fluorure correspondant, mais le signe du phénomène est renversé en présence d'un excès d'acide fluorhydrique, à cause de la formation du fluorhydrate de fluorure. Comparons de même le fluorure de sodium au sulfate, en partant de l'acide fluorhydrique liquide :

$$\left\{\begin{array}{ll} \text{NaHO}^2 \text{ solide} + \text{HFl liquide} = \text{NaFl solide} + \text{H}^2\text{O}^2 \text{ sol.} & +32^{\text{Cal}},7 \\ \text{NaHO}^2 \text{ solide} + \text{HSO}^4 \text{ liquide} = \text{NaSO}^4 \text{ sol.} + \text{H}^2\text{O}^2 \text{ sol.} & +35^{\text{Cal}},2 \end{array}\right.$$

De même, pour les sels de potasse,

$$\left\{\begin{array}{ll} \text{KHO}^2 \text{ solide} + \text{HFl liquide} = \text{KFl solide} + \text{H}^2\text{O}^2 \text{ sol.} \ldots & +31^{\text{Cal}},0 \\ \text{KHO}^2 \text{ solide} + \text{HSO}^4 \text{ liquide} = \text{KSO}^4 \text{ solide} + \text{H}^2\text{O}^2 \text{ sol.} & +41^{\text{Cal}},2 \end{array}\right.$$

La chaleur de formation du fluorure est toujours la plus faible : la différence est de $10^{\text{Cal}},2$ pour le sel de potasse, $+ 2^{\text{Cal}},5$ seulement pour le sel de soude. Mais l'écart peut être comblé par les sels acides.

» On peut également comparer les fluorhydrates aux bisulfates, l'acide fluorhydrique jouant le rôle d'un acide bibasique comme l'acide sulfurique. L'expérience prouve que la chaleur de formation de ces sels acides de sodium est à peu près la même quand on prend les acides tous deux

liquides, c'est-à-dire dans un état comparable :

$$\begin{cases} \text{NaFl solide} + \text{HFl liquide} = \text{NaFlHFl solide} \ldots\ldots\ldots + 9^{\text{Cal}},9 \\ \text{NaSO}^4 \text{ solide} + \text{HSO}^4 \text{ liquide} = \text{NaHS}^2\text{O}^8 \text{ solide} \ldots\ldots + 8^{\text{Cal}},5 \end{cases}$$

» Pour les sels de potasse correspondants, on a des valeurs un peu plus différentes, tout en restant du même ordre de grandeur :

$$\begin{cases} \text{KFl solide} + \text{HFl liquide} = \text{KFlHFl solide} \ldots\ldots\ldots + 13^{\text{Cal}},8 \\ \text{KSO}^4 \text{ solide} + \text{HSO}^4 \text{ liquide} = \text{KHS}^2\text{O}^8 \text{ solide} \ldots\ldots\ldots + 7^{\text{Cal}},9 \end{cases}$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les ptomaïnes et composés analogues.* Note de M. **A.-Gabriel Pouchet**, présentée par M. Wurtz.

« Depuis la publication de mes premières recherches sur les alcaloïdes existant normalement dans l'urine (thèse de Paris, 1880), je n'ai pas cessé de poursuivre l'étude de cette intéressante question. Les difficultés considérables inhérentes à la très minime proportion et surtout à la facile altérabilité de ces composés alcaloïdiques ont retardé la publication des résultats auxquels je suis arrivé à ce jour. De plus, j'ai étendu ces recherches à l'étude des alcaloïdes formés pendant la putréfaction.

» Pour prendre date et me conserver la priorité pour un travail poursuivi pendant plus de deux années consécutives, j'indiquerai dans cette Note les premiers résultats à peu près certains auxquels je suis arrivé maintenant, résultats que je désire confirmer par de nouvelles recherches et des analyses plus nombreuses.

» Ces premières expériences me conduisent déjà à envisager sinon comme identiques, du moins comme très voisins, les composés de nature alcaloïdique existant normalement dans l'urine, les fèces, les diverses excrétions en un mot, et ceux qui prennent naissance dans la putréfaction, *à l'abri de l'air*, des matières protéiques (albumine, caséine, gluten, fibrine) ou des cadavres ou des divers organes de l'économie (foie, poumons, cerveau, etc.). Les divers composés alcaloïdiques que l'on peut retirer tant des humeurs normales que des substances en putréfaction sont bien certainement constitués par des mélanges; et, très probablement, si je m'en rapporte seulement à quelques analyses, par des mélanges de corps homologues, circonstance qui vient encore ajouter aux difficultés de leur étude et de leur séparation.

» Le procédé d'extraction auquel j'ai recours, et qu'il serait trop long de détailler ici, consiste à préparer des tannates d'alcaloïdes qui sont décom-

posés par l'hydrate de plomb en présence d'alcool fort, puis d'alcool étendu. L'évaporation des solutions alcooliques fournit une masse sirupeuse qui est introduite dans une cellule à dialyse. Au bout d'un temps variable, et plus ou moins complètement suivant les cas, ce mélange se sépare en deux parties :

» 1° Une partie liquide difficilement dialysable ;

» 2° Une partie contenant des substances cristallines et qui dialyse facilement.

» La partie liquide obtenue avec l'urine est cette substance pour laquelle j'ai proposé de réserver le nom de *matière extractive de l'urine*. Elle est sirupeuse, incristallisable, même par abandon prolongé dans le vide sec. Cette substance précipite par les réactifs généraux des alcaloïdes, est neutre aux réactifs colorés, assez altérable à l'air, résinifiée par l'acide chlorhydrique et rapidement oxydée par addition de chlorure de platine à sa solution. Elle ne donne pas de chloroplatinate. Son analyse conduit d'une façon constante à la formule $C^3H^5AzO^2$.

» De la partie dialysable, j'ai pu isoler une substance qui se présente en cristaux fusiformes groupés en sphères irrégulières, solubles dans l'alcool faible, presque insolubles dans l'alcool concentré, insolubles dans l'éther, à réaction faiblement alcaline, et susceptibles de fournir avec les acides des sels cristallisés. Le chloroplatinate est constitué par des prismes orthorhombiques jaune d'or, déliquescents : son analyse conduit, pour la base, à l'une des formules

$$C^7H^{12}Az^4O^2 \text{ ou } C^7H^{14}Az^4O^2.$$

» Pour les produits de putréfaction, la partie liquide (non ou peu dialysable) m'a paru formée d'un mélange de bases volatiles (probablement les bases hydropyridiques signalées par MM. Gautier et Étard) et de substances variables, car l'analyse ne conduit pas à des chiffres constants ni même comparables.

» La partie dialysable donne avec le chlorure de platine des sels solubles dans l'eau, mais que l'on peut séparer par addition d'alcool et, ensuite, d'éther. L'un de ces chloroplatinates, cristallisé confusément en aiguilles prismatiques, est insoluble dans l'alcool fort; tandis qu'un autre, assez soluble dans ce véhicule, peut en être précipité sous forme de poudre jaune sale par addition d'éther. Les analyses m'ont conduit aux formules

$(C^7H^{18}Az^2O^6 - HCl)^2PtCl^4$, combinaison insoluble dans l'alcool.
$(C^5H^{12}Az^2O^4 - HCl)^2PtCl^4$, combinaison insoluble dans l'éther.

Ces bases se rapprocheraient donc des *oxybétaïnes*.

» Les chlorhydrates séparés de ces chloroplatinates par l'hydrogène sulfuré se présentent sous forme de cristaux feutrés, soyeux, altérables par l'acide chlorhydrique en excès et l'air. La base $C^7H^{18}Az^2O^6$, correspondant au premier sel, se montre au microscope sous forme de prismes gros et courts qui brunissent à la lumière. La base $C^5H^{12}Az^2O^4$, correspondant au second chloroplatinate, se présente sous forme d'aiguilles déliées groupées en pinceaux et paraît moins facilement altérable.

» Les solutions aqueuses précipitent par les réactifs généraux des alcaloïdes : les précipités formés avec le phosphomolybdate de sodium se réduisent assez promptement et sont solubles dans l'ammoniaque en produisant une coloration bleue, comme le précipité formé dans les mêmes conditions par l'aconitine.

» Tous ces composés sont des toxiques violents pour les grenouilles, qu'ils tuent rapidement en déterminant de la torpeur et de la paralysie avec abolition des mouvements réflexes. Le cœur reste en systole.

» Tels sont actuellement les résultats que j'ai pu obtenir de ces longues recherches, et en opérant sur les produits les plus divers. Mes analyses ont besoin d'être confirmées, et je ne donne pas ces résultats comme définitifs : ils constituent une partie seulement des recherches commencées depuis deux ans sur les alcaloïdes cadavériques au point de vue médico-légal. Je passe sous silence les réactions colorées, qui n'offrent pas, pour le moment du moins, un bien grand intérêt. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Action du cuivre sur l'économie; histoire d'un atelier et d'un village*. Note de MM. **A. Houlès** et **de Pietra-Santa**. (Extrait par les auteurs.)

« 1° Dans un atelier de tourneurs en cuivre, vivant dans une atmosphère constamment imprégnée de poussières de cuivre jaune, nous avons constaté que l'inspiration de ces poussières n'engendrait aucun accident fâcheux, aucun symptôme morbide notable, alors que ces mêmes poussières, ingérées avec les aliments, amenaient parfois de légers troubles gastro-intestinaux accompagnés de malaise général.

» 2° Dans un village du Tarn (Durfort), toute une population industrielle, *martineurs* fondant le cuivre et le martelant à chaud, *chaudronniers* le martelant à froid, le limant et le polissant pour lui donner une forme définitive (les uns et les autres passant par jour douze heures de travail au milieu d'une poussière d'oxyde de cuivre mêlé à l'oxyde de fer ou de cuivre rouge presque sans mélange), cette population industrielle, disons-

nous, ne nous a montré, pendant une très longue période d'observations, aucun phénomène morbide caractéristique, *aucune maladie spéciale ou professionnelle,* pouvant se rapporter directement à l'inspiration de ces particules métalliques.

» Par contre, dans l'atelier comme dans le village, nous n'avons reconnu aucune *immunité spéciale ou professionnelle* contre les affections infectieuses en général, et plus particulièrement contre le choléra et la fièvre typhoïde.

» Dans ces conditions particulières de milieux favorables à une étude précise, l'imprégnation de l'organisme par le cuivre s'est manifestée : à l'extérieur, par la coloration verdâtre de la peau, de la barbe, des cheveux; à l'intérieur, par la présence du cuivre, décelé par l'analyse chimique, dans les sécrétions urinaires et cutanées, et, après décès, dans le système osseux.

» Nos observations dans l'atelier des tourneurs en cuivre des Madelonnettes nous ont conduit à reconnaître :

» 1° Qu'un individu peut vivre dans une atmosphère chargée de poussières de cuivre sans altération appréciable de sa santé;

» 2° Que la colique de cuivre, telle que l'ont décrite les auteurs du XVIIIe siècle (Desbois de Rochefort, Combalusier), et plus près de nous Blandet et Corrigan, *n'existe pas.*

» Nos recherches sur la population industrielle de Durfort (Tarn), pendant une période de cent années, nous ont prouvé que la moyenne de la vie des ouvriers en cuivre (martineurs et chaudronniers) est, toutes choses égales, la même que celle de la population agricole de la région, si elle n'est pas supérieure. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur l'anatomie d'un embryon humain de la quatrième semaine.* Note de M. **H. Fol**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'embryon qui a fait l'objet de la présente étude mesurait $5^{mm},6$ dans sa plus grande longueur; il devait donc avoir un peu plus de trois semaines et paraissait parfaitement normal. Les fœtus de cet âge semblent être d'une rareté excessive et aucun n'a encore été étudié au point de vue anatomique. De tous les embryons décrits par Coste, les deux qui s'en rapprochaient le plus mesuraient l'un 4^{mm}, l'autre un peu plus de 7^{mm}; ceux de M. His ont les uns $7^{mm},5$, 7^{mm}; les autres 4^{mm}, $2^{mm},6$, etc. La série si belle, du reste, et étudiée avec tant de zèle et de succès par l'anatomiste suisse, laisse donc subsister une grande et fâcheuse lacune que mes observations devaient chercher à remplir.

» Examiné entier, notre embryon se montre recourbé comme la lettre C. Le cordon ombilical, très large, se dirige vers la droite et renferme un conduit vitellaire qui aboutit à une vésicule vitelline libre. Le chorion est garni de villosités sur toute sa surface. Les membres antérieur et postérieur ne sont que de petites saillies allongées. Les arcs branchiaux sont faciles à distinguer. L'arc maxillaire, le plus considérable de tous, est flanqué d'un processus maxillaire supérieur encore rudimentaire. L'arc hyoïdien et les deux arcs branchiaux proprement dits vont en diminuant d'avant en arrière, si bien que le second arc n'est presque plus visible à la surface. La double rangée des somites règne sur les côtés du corps depuis la fosse rhomboïdale jusqu'à l'extrémité du coccyx. La partie du corps située en arrière du membre postérieur se détache sous forme d'un long prolongement conique qui, à première vue, ressemble fort à une queue; toutefois il ne faut pas oublier que cet appendice, bien loin de contenir des vertèbres surnuméraires, ne possède même pas encore toutes ses vertèbres coccygiennes; le nombre total des somites n'est encore que de 33.

» Pour l'étude anatomique, cet embryon a été divisé en 164 coupes de $\frac{1}{50}$ de millimètre d'épaisseur; les coupes ont été photographiées à la même échelle, et les 164 clichés ont servi à une reconstruction par abscisses et ordonnées.

» L'œil, très petit, ne comprend encore que la coupe rétinienne; les cinq vésicules de l'encéphale sont indiquées; l'otocyste est simplement ovoïde. Le tube digestif commence par une bouche, largement ouverte, et une vaste cavité pharyngienne, en haut, le pharynx s'étend sous la forme d'une gouttière à doubles parois qui embrasse la base de l'entrencéphale : c'est le cœcum hypophysaire. Au niveau de l'arc maxillaire, le plancher de la bouche présente un sillon profond qui se dirige d'avant en arrière et s'arrête brusquement, avant d'avoir atteint le bord postérieur de la mâchoire. Du fond de ce sillon part en arrière un cordon de cellules à caractère épithélial, qui s'élargit bientôt et se termine par une vésicule creuse, située sur la ligne médiane, un peu en avant de la première paire de poches branchiales. C'est, à mon avis, l'origine de la grande thyroïde; les données des auteurs sont pleines d'incertitudes à cet égard, mais ils placent tous l'origine hypothétique de cet organe bien en arrière du point où je l'ai constatée. Derrière l'enfoncement thyroïdien, le plancher de la bouche se soulève sous forme d'une saillie qui deviendra la langue et qui règne sur toute la longueur recouverte latéralement par l'arc hyoïdien et par le premier arc branchial. Dans sa partie postérieure, cette éminence fait place

de nouveau à une gouttière profonde, située dans le plan médian, et aboutissant à l'entrée de la trachée-artère. Les fentes branchiales sont au nombre de trois. La première, qui sépare l'arc maxillaire de l'arc hyoïdien, n'est pas ouverte dans ce moment, mais l'existence d'un orifice pendant une phase du développement paraît probable. La seconde fente s'étale en largeur et présente en ce moment une ouverture incontestable. Les résultats négatifs de M. His à l'égard de cette fente s'expliquent peut-être par l'épaisseur de ses coupes. La troisième fente s'étale dans le sens antéro-postérieur et constitue deux poches assez profondes, placées sur les côtés de la trachée-artère; elle ne présente pas d'orifice et n'arrive même pas au contact de l'épiderme.

» La trachée aboutit à deux petites vésicules, origines des poumons. L'œsophage présente déjà un élargissement à l'endroit de l'estomac. Plus loin, le tube digestif envoie du côté ventral un canal, le canal cholédoque, qui va se perdre dans le foie. Ce dernier organe est encore peu volumineux vis-à-vis du canal cholédoque; l'intestin présente, du côté dorsal, un petit cœcum, origine première du pancréas. L'origine de cet organe est donc beaucoup plus précoce qu'on ne l'avait cru jusqu'à présent. Le tube intestinal forme ensuite un angle saillant, dirigé par le milieu du cordon ombilical et, du sommet de cet angle, se détache le conduit vitellaire. Après une nouvelle courbe, l'intestin débouche brusquement dans une cavité triangulaire, celle du cloaque. L'un des trois angles de ce triangle répond au point d'intersection de l'intestin, le second communique avec l'ouraque, le troisième se prolonge dans la région coccygienne, jusqu'à l'extrémité postérieure du corps où son canal disparaît, et son tissu cellulaire se confond avec la partie terminale de la moelle épinière. Il n'y a pas de canal neurentérique, mais la soudure entre les tissus du tube digestif et du tube médullaire permet de supposer que ce canal a pu exister à une phase plus précoce du développement. Les uretères débouchent au bord ventral et non pas au bord dorsal du cloaque, comme on l'a cru par erreur. Ce fait permet de comprendre beaucoup plus facilement le développement de la vessie.

» Le cœur est déjà contourné de telle sorte que l'orifice atrio-ventriculaire et le bulbe aortique se trouvent à peu près dans le plan médian. L'aorte se bifurque bientôt et donne naissance à deux arcs aortiques de chaque côté, qui parcourent l'arc hyoïdien et le premier arc branchial. Les artères linguale, carotides et vertébrale sont déjà indiquées. Les deux aortes descendantes ne se rejoignent qu'à la hauteur du membre antérieur

et se séparent à nouveau à la hauteur du membre postérieur, pour se continuer dans les artères ombilicales. Dans la région où elle est unique, l'aorte envoie une artère impaire qui se dirige du côté ventral, décrit un angle et va accompagner le canal vitellaire par son côté inférieur. Cette artère n'a pas encore été décrite.

» Le système veineux comprend deux grosses veines allantoïdiennes qui serpentent dans la paroi de l'abdomen et vont se jeter dans les sinus veineux du foie. Une veine impaire qui longe le canal vitello-intestinal vient aussi se jeter dans ces sinus. Du foie sort une grosse veine qui se jette directement dans le côté droit de l'oreillette; à gauche, le même organe fournit une autre veine plus petite qui se déverse, par l'intermédiaire du canal de Cuvier, dans la partie droite de l'oreillette. Le sinus veineux circulaire décrit par M. His n'existe pas chez notre embryon.

» Sans insister sur des détails qui trouveront leur place dans le Mémoire, accompagné de plusieurs planches, qui va paraître, je me borne à faire observer que plusieurs des différences qui séparent mes résultats de ceux de mes prédécesseurs sont attribuables, moins à l'âge particulier de mon embryon qu'à la finesse plus grande de mes coupes. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur une nouvelle espèce du genre Mégaptère provenant de la baie de Bassora (golfe Persique)*. Note de M. **H.-P. Gervais**, présentée par M. É. Blanchard.

« Le genre Mégaptère, tel qu'il a été établi par les auteurs de l'*Ostéographie des Cétacés*, comprend quatre espèces distinctes; les deux premières, la *Megaptera Boops* et la *Megaptera Lalandii*, y sont établies d'une façon certaine; les deux autres, la *Megaptera Novæ-Zelandiæ* et la *Megaptera Kuzira*, n'y sont inscrites que d'une façon provisoire, leurs caractères étant insuffisamment connus.

» Bien que M. van Beneden, dans un récent Ouvrage, soit revenu à l'idée qu'il avait émise il y a plus de vingt ans, qu'il n'existerait qu'une seule espèce de Mégaptères cosmopolite, la *Megaptera Boops*, nous croyons pouvoir, par la comparaison de nouveaux matériaux rassemblés dans les collections anatomiques du Muséum de Paris, démontrer, dans un travail que nous avons entrepris, que la loi de répartition des espèces établie pour les Balænidés et les Balænoptères doit s'appliquer aussi aux Mégaptères et que le nombre des espèces de ce groupe doit être porté à trois, qui sont : la *Megaptera Boops*, habitant l'hémisphère boréal; la

Megaptera Lalandii, fréquentant la partie sud de l'océan Atlantique, et la *Megaptera* du golfe Persique, qui fait le sujet de la présente Note, espèce qui habiterait l'océan Indien et à laquelle nous proposons de donner le nom de *Megaptera indica*, car ce n'est qu'accidentellement que l'individu acquis pour les collections du Muséum aurait pénétré dans le golfe Persique d'où il nous a été expédié.

» La taille de la Mégaptère du golfe Persique, qui est arrivée à l'âge adulte, diffère à peine par le squelette de la *Megaptera Boops*, également adulte, à laquelle nous avons pu la comparer. Les formes extérieures de son corps devaient être pourtant plus élancées et la tête plus globuleuse.

» La forme générale de la tête osseuse accuse, dans ses contours supérieurs, une courbure beaucoup plus masquée : le rostre est plus obtus, le maxillaire inférieur plus arqué. La région postérieure du crâne est moins concave que chez la Mégaptère du Nord, la crête longitudinale occupant le milieu de la face externe de l'occipital est plus accentuée, les saillies des occipitaux latéraux plus marquées et la région condylienne moins proéminente; le trou occipital est situé moins haut et regarde, par conséquent, plus en arrière.

» L'os temporal diffère surtout dans sa portion zygomatique, qui est plus courte, plus massive, plus arquée à son sommet et dirigée plus en dehors. Les os frontaux accusent aussi, dans leur forme, des différences assez grandes; leurs prolongements orbitaires sont plus massifs, à direction moins oblique de dedans en dehors et d'arrière en avant. La gouttière optique est largement ouverte dans toute l'étendue de son trajet.

» La région inférieure du crâne, quoique un peu mutilée, nous a permis pourtant de remarquer que les os palatins, qui donnent de si bons caractères, au point de vue de la distinction des espèces, chez les Cétacés, diffèrent par leur forme, leur épaisseur plus considérable et leur large articulation avec le maxillaire supérieur chez la Mégaptère du golfe Persique. Les ptérygoïdiens sont aussi très épais, et leur apophyse postérieure, beaucoup plus courte et plus forte que chez la *Megaptera Boops*, est très recourbée en arrière et en dehors.

» Les maxillaires supérieurs ont leurs bords externes moins droits que chez l'espèce du Nord. Le rostre subit un rétrécissement assez marqué un peu en avant de la base des apophyses orbitaires, puis il s'élargit dans sa région moyenne pour diminuer ensuite progressivement vers son extrémité antérieure. Toutes leurs parties présentent des caractères différents assez marqués.

» L'os jugal et l'os lacrymal ont aussi une configuration particulière chez notre animal.

» Les vertèbres se distinguent d'une façon générale par l'épaisseur de leur corps, qui est plus grande dans les premières cervicales chez la Mégaptère du golfe Persique que celles qui leur correspondent dans la Mégaptère de Laponie, qui était pourtant supérieure quant à la taille. Les apophyses transverses et épineuses de la première de ces espèces, comparées à celles de l'autre, diffèrent comme forme et comme direction; elles sont généralement plus courtes, plus larges et plus épaisses. Les apophyses transverses de la région dorsale, surtout celles qui occupent le milieu de cette région, sont plus relevées que cela ne se voit chez aucun des squelettes décrits jusqu'ici et rapprochent notre Mégaptère, plus qu'aucune autre espèce du groupe, des vraies Baleines.

» Les deux premières vertèbres cervicales méritent une mention spéciale : l'atlas se distingue de celui de la *Megaptera Boops* par la courbure de son arc supérieur, l'épaisseur de ses lames dont le bord postérieur est creusé de deux cavités articulaires profondes dans lesquelles pénètrent deux apophyses articulaires venant du bord antérieur de l'arc neural de l'axis; ses apophyses transverses supérieures sont plus courtes et plus massives.

» Les apophyses transverses inférieures se sont développées, ce qui n'a pas lieu chez la *Megaptera Boops;* celle du côté droit, soudée avec l'apophyse transverse supérieure, forme une masse apophysaire en apparence unique, à la base de laquelle se trouve un large canal vertébral.

» La deuxième vertèbre cervicale ou axis diffère autant de celle de l'espèce du Nord que les deux vertèbres atlas diffèrent entre elles. La troisième vertèbre cervicale porte deux apophyses transverses supérieures et inférieures très développées.

» Le membre thoracique est plus long que chez la *Megaptera Boops* à laquelle nous la comparons, bien que la taille du premier de ces sujets soit inférieure de près de 2^m à celle du second. L'omoplate est dépourvue d'acromion; l'apophyse coracoïde est représentée par une petite saillie osseuse et la forme générale de cet os diffère sensiblement chez les deux espèces. Tous les métacarpiens sont plus larges, plus longs et plus épais que dans l'espèce du Nord; ils contribuent, avec les phalanges qui sont aussi plus longues, plus larges et plus aplaties, à donner à la nageoire de cet animal de plus grandes proportions.

» Les côtes sont moins larges et plus arrondies que dans les deux autres espèces.

» Le *sternum*, chez notre Mégaptère du golfe Persique, diffère complètement par sa forme de celui de toutes les espèces de Mysticètes décrites jusqu'ici. Cet os est relativement très petit, quoique nous ayons affaire à un sujet adulte. Sa forme est celle d'une sorte de battoir dont la face antérieure est concave dans le sens de la hauteur, convexe transversalement. Les prolongements latéraux, s'articulant avec la première paire de côtes, sont à peine sensibles. Tous les bords, surtout le bord antérieur, qui est épais et recourbé en avant, sont arrondis; le bord inférieur se termine par une forte pointe triangulaire.

» La caisse tympanique présente chez la Mégaptère du golfe Persique une forme caractéristique; elle se fait remarquer par ses faibles dimensions.

» Les fanons sont larges, épais et de couleur uniformément noire. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Orque-Epaulard, pêché aux environs du Tréport.* Note de M. **H. Gadeau de Nerville**, présentée par M. É. Blanchard.

« Le 27 novembre dernier, des pêcheurs du Tréport (Seine-Inférieure) ont trouvé, à environ 2 lieues au large, le corps d'un Orque-Epaulard (*Orca Gladiator*, Gray = *Delphinus Orca*, Fab.), Cétacé dont la présence sur nos côtes est excessivement rare. Ce Dauphin a été ramené à Dieppe et acheté par un épicier. M. Danois a relevé avec soin les principales dimensions de cet animal gigantesque, dont la longueur totale, depuis l'extrémité du rostre jusqu'au milieu de l'échancrure de la nageoire caudale, était $5^m,50$.

» Prévenu beaucoup trop tard de cette pêche, il m'a été malheureusement impossible d'empêcher la destruction du squelette dont je n'ai pu étudier que la tête, que j'ai retrouvée avec plusieurs autres parties du corps coupées par morceaux et dans un état méconnaissable.

» Chaque mâchoire était garnie de trente-deux grosses dents conico-aplaties et un peu arquées. Voici les dimensions des plus fortes :

	Longueur.	Largeur.	Épaisseur.
Dent de la mâchoire supérieure	$0^m,088$	$0^m,027$	$0^m,020$
Dent de la mâchoire inférieure	$0^m,105$	$0^m,033$	$0^m,021$

» J'ajouterai que les dimensions d'une tête d'Orque-Epaulard données par Cuvier dans ses *Recherches sur les ossements fossiles* (t. V, Ire Partie, p. 302) sont presque identiques à celles que j'ai relevées sur l'animal qui fait le sujet de cette Note. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur le noyau vitellin des Aranéides.* Note de M. A. SABATIER, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'importance qui a été attribuée par quelques embryogénistes au noyau vitellin de l'œuf des Aranéides et l'obscurité qui règne encore sur cette question m'ont déterminé à étudier ce point de l'ovogénèse. Voici les résultats généraux de cette étude, qui a porté sur *Tegenaria domestica*, *T. agrestis*, *Agelena labyrinthica*, *Linyphia montana*, *Theridium nervosum*, *Pholcus phalangioides*, *Epeira diadema*, *E. fasciata*, *Tetragnatha extensa*, *Thomisa citrina*, plusieurs espèces de *Lycosa*, *Phalangium Opilio*.

» Mes observations ont été faites avec de puissants objectifs à immersion homogène avec le concentrateur d'Abbe, et parfois avec l'illuminateur à lumière monochromatique de Hartnack. Les animaux étaient disséqués vivants dans quelques gouttes d'alcool, afin de durcir et de fixer rapidement les œufs. Plus rarement, j'ai employé l'acide osmique, l'acide picrique ou l'acide acétique. Après cette action d'assez courte durée, les œufs étaient colorés par le carmin de Beale ou par le picrocarminate d'ammoniaque. Après lavage à l'eau distillée, ils étaient placés dans la glycérine phéniquée et observés dans une cellule d'épaisseur suffisante pour éviter les déformations et les erreurs dues à l'écrasement. Ces observations ont été poursuivies pendant le printemps, l'été et l'automne de 1883.

» J'ai pu apercevoir le noyau vitellin chez presque toutes les Aranéides que j'ai observées. Ce qui masque souvent sa présence, c'est que sa structure et son affinité pour les colorants diffèrent très peu de ce que l'on observe dans le vitellus. C'est ainsi que, même chez *Pholcus*, *Tetragnatha*, *Linyphia*, j'ai pu assez souvent distinguer le noyau vitellin comme une masse protoplasmique granuleuse plus ou moins voisine de la vésicule germinative. Chez l'*Epeira diadema*, j'ai observé une fois un petit noyau vitellin stratifié comme celui des *Lycosa*, et placé au centre d'une masse protoplasmique peu distincte. Ce fait me semble permettre d'affirmer que le noyau vitellin existe aussi chez l'*Epeira*. Parfois la présence du noyau vitellin n'est révélée que par l'existence à sa surface de grains réfringents qui en dessinent la forme sphérique. Par contre, chez certains individus appartenant à des espèces connues, *Tegenaria agrestis*, où le noyau vitellin est presque toujours très évident, il m'eût été impossible de constater sa présence, si la déchirure du vitellus par écrasement n'avait chassé le noyau comme une sphère très bien délimitée de substance granuleuse

identique en apparence au protoplasma vitellin. On est donc autorisé à penser que le noyau vitellin existe très probablement chez toutes les Aranéides, même lorsqu'on ne peut l'apercevoir.

» Le noyau vitellin naît au voisinage et au contact même de la vésicule germinative sous forme d'une masse qui diffère *généralement* du vitellus par des granulations plus fines et plus égales, par une affinité plus grande pour les colorants, et parfois aussi par un peu plus de réfringence. La membrane de la vésicule germinative m'a paru rester complètement intacte, et il ne m'a *iamais* été donné de voir se former ni bourgeon ni invagination externe de cette membrane. Le noyau vitellin une fois différencié conserve sa structure homogène, ou acquiert cette stratification concentrique si remarquable chez *Tegenaria domestica, Lycosa, Thomisa.*

» Le noyau vitellin a une structure massive et non vésiculaire. Dans le cas où il ne se stratifie pas, il consiste en une masse sphérique de protoplasme, sans membrane, sans nucléole, sans réseau de chromatine, mais possédant probablement une dose plus ou moins grande de chromatine à l'état diffus. On peut se demander s'il représente bien exactement un vrai noyau massif. C'est là une question que je me réserve de discuter dans une autre occasion.

» Chez le *Phalangium Opilio,* on peut toujours constater l'existence de plusieurs noyaux vitellins, pourvu qu'on observe des œufs assez jeunes et dans la saison convenable. La masse simple ou multiple formée au voisinage de la vésicule germinative est composée d'une substance hyaline. Elle m'a paru se subdiviser en masses plus petites, qui se portent d'assez bonne heure vers la périphérie du vitellus.

» Quant à la destinée ultérieure du noyau vitellin, elle peut se résumer ainsi : né dans le voisinage immédiat de la vésicule germinative, il s'en éloigne progressivement. Il se porte ainsi vers la périphérie du vitellus, plus ou moins de temps avant que la vésicule germinative n'en fasse autant, mais dans une direction différente. Chez les espèces à noyau non stratifié, il parvient près de la surface de l'œuf à une époque voisine de la maturité de ce dernier. Il devient plus granuleux et se désagrège progressivement. Ses éléments divisés en petits globules indépendants sont en partie résorbés par le vitellus, ou s'introduisent en partie entre les grosses sphères vitellines et viennent sourdre à la surface de l'œuf, pour se mêler au protoplasme granuleux superficiel. La saison avancée ne m'ayant pas permis de suivre les noyaux stratifiés jusqu'à l'époque de la maturation de l'œuf, je puis dire seulement qu'ils s'éloignent également de la vésicule germina-

tive, pâlissent et deviennent moins nettement striés, pour être probablement désagrégés ou résorbés comme les autres.

» Chez *Phalangium*, la désagrégation des noyaux vitellins multipliés est plus précoce, car elle précède la formation des sphères vitellines. Ces noyaux se subdivisent, en devenant périphériques, et se désagrègent pour se mêler au protoplasma superficiel de l'œuf.

» Il me semble résulter de ces observations que le noyau vitellin des Aranéides formé dans la couche de protoplasma, qui est en contact avec la vésicule germinative, est un élément centrifuge qui tend à s'éliminer ou à perdre son autonomie. Je le regarde comme un élément de polarité mâle, qui se détruit comme tel pour accentuer et compléter la sexualité de la cellule femelle.

» Je ne terminerai pas cette Note sans faire remarquer que, si mes idées s'éloignent d'une manière notable de celles qu'a publiées en 1879 M. Balbiani, elles s'en rapprochent cependant sur deux points fondamentaux, l'existence probablement générale du noyau vitellin des Aranéides et sa signification comme élément sexuel mâle. »

ENTOMOLOGIE. — *Nouvelles découvertes aphidologiques.* Note de M. **Lichtenstein**.

« Grâce au savant concours de plusieurs entomologistes étrangers, parmi lesquels MM. Horvath, à Budapest, et Kessler, à Cassel, occupent le premier rang, j'ai pu arriver à constater d'une manière absolue le fait de la migration des Pucerons de l'ormeau aux racines des graminées et leur retour sur le tronc des arbres en automne.

» Le *Tetraneura Ulmi* des auteurs, le plus commun des Pucerons de l'ormeau, sur les feuilles duquel il forme de petites galles vertes et lisses de la grosseur d'un pois-chiche ou d'une noisette, vit, pendant sa phase souterraine, *bourgeonnante*, aux racines du *maïs* en Autriche et Hongrie, et ici aux racines du chiendent (*Cynodon dactylon*). Passerini et bien d'autres avec lui avaient fait de ce Puceron souterrain une espèce particulière sous le nom de *Pemphigus Boyeri* Pass = *radicum* Boyer = *Zeæ maïdis* Löw et L. Duf, etc., etc. Comme il y a, très probablement, beaucoup d'espèces qui vivent aux racines des plantes en été (d'après moi, presque toutes les espèces gallicoles doivent avoir leur forme souterraine correspondante), les caractères de ces insectes varient beaucoup suivant les auteurs, mais le *Tetraneura Ulmi* me paraît très bien caractérisé et facile

à reconnaître par le cinquième article des antennes, qui est aussi long que le troisième. J'ai porté des insectes ailés pris aux racines du chiendent sur une bande de papier gris, fixée autour d'un jeune ormeau à écorce lisse, afin de leur préparer un abri artificiel entre le papier et l'écorce. Ils n'ont pas cherché à s'envoler; au contraire, ils se sont mis de suite à pondre les pupes sexuées qui ne tardent pas à s'ouvrir et à livrer les mâles et femelles, sans rostre, comme chez la plupart des *Pemphigiens*. Bien plus, dès le lendemain, tous les Pucerons ailés des racines des environs semblaient s'être donné rendez-vous sur ma bande de papier qui fourmillait d'insectes, attirés probablement par l'inexplicable instinct des animaux les plus inférieurs.

» En même temps, j'ai pu constater l'arrivée sur le même arbre d'une seconde espèce, le *Tetraneura rubra* Licht., qui forme des petites galles *rouges*, *crispées* et *velues* sur les feuilles. Après avoir arraché bien des centaines de plantes différentes, j'ai aussi trouvé l'*habitat* souterrain de celle-ci : c'est le *Panicum sanguinale*. La forme aptère est rougeâtre chez cette espèce, elle est toute blanche chez le *Tetr. Ulmi*. Les ailés ont ici le cinquième article des antennes plus court que le troisième.

» Encore aujourd'hui, 10 décembre, je vois des Pucerons aptères, vivants, sur les racines; ce qui prouverait que, comme chez le Phylloxera, à côté de la forme ailée pupifère, donnant origine aux reproducteurs sexués, il y a, parallèlement à cette reproduction, une série non interrompue de reproduction agame souterraine, de sorte que, si quelque circonstance vient détruire l'*œuf d'hiver*, il y a toujours une provision souterraine de reproducteurs prêts à remplacer la génération sexuée qui n'a pas réussi.

» Du reste, dans le cas qui nous occupe, l'*œuf d'hiver*, c'est-à-dire l'œuf fécondé des *Tetraneura*, outre qu'il est bien enfoncé dans les fentes de l'écorce, est encore défendu par la peau desséchée de la mère, car elle ne l'expulse pas et le garde enkysté dans son sein, comme le font les Pucerons des galles du térébinthe, observés par M. le professeur Derbès. Ainsi protégé, l'œuf brave les attaques des *Acariens*, des *Hémérobes*, des *Thrips* et autres petits ennemis. En indiquant les deux espèces de graminées sur lesquelles j'ai trouvé les formes souterraines des *Tetraneura*, je ne veux pas prétendre qu'ils n'en attaquent pas d'autres; au contraire, je sais très bien que Passerini, par exemple, cite onze espèces de graminées sur lesquelles il a trouvé son *Pemphigus Boyeri*, qui devient aujourd'hui synonyme de *Tetr. Ulmi* et, comme ce dernier est très commun partout, il est

fort probable que, dans les pays où le maïs ou le chiendent manquent, il s'arrange pour trouver d'autres graminées à son goût. Je crois cette espèce polyphage.

» Mais, si elle peut être polyphage dans sa phase souterraine, elle paraît très fidèle à l'ormeau et même à l'*Ulmus campestris* pour former sa galle. J'ai en effet chez moi, à côté de l'ormeau champêtre, un ou deux pieds d'*Ulmus effusa*, arbre très voisin de l'autre espèce et que les botanistes même ne distinguent guère qu'à la forme des fleurs. Or, en ce moment-ci, les ormeaux n'ont ni fleurs ni feuilles, et j'ai mis la même bande de papier à l'*Ulmus effusa* qu'à l'*Ulmus campestris*; malgré cela, l'insecte ne s'y trompe pas et je ne trouve jamais de *Tetraneura* sur l'*Ulmus effusa*. Par contre, il y a sur ce dernier arbre une galle particulière d'une espèce de Puceron très voisine des *Tetraneura*, le *Schizoneura compressa*, de Koch. C'est celui-là qui arrive en nombre sur l'espèce d'ormeau qu'il affectionne. J'ignore encore d'où il vient. Voilà donc des Pucerons qui, plus habiles que les botanistes, savent reconnaître en hiver des arbres que le savant ne distingue que par ses fleurs et fruits en été. Je renonce naturellement à expliquer de pareils phénomènes, je ne fais point d'hypothèses et me borne à signaler des faits précis et que j'observe avec la plus grande attention possible. Le problème de l'évolution biologique des Pucerons de l'ormeau était posé depuis plus de cent ans : il est aujourd'hui résolu. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un phénomène ayant accompagné la coloration rouge crépusculaire des 26 et 27 décembre* 1883. Note de M. **José J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« Tortose (Espagne), 27 décembre 1883.

» Dans la journée d'hier et aujourd'hui, par un ciel exceptionnellement transparent, s'est montrée autour du Soleil une nébulosité ou espèce de gloire très diffuse, de forme circulaire pendant le matin, allongée dans le sens vertical pendant le soir, surtout à partir de 2^h, ayant, dans le sens horizontal, un diamètre apparent de 20°. Les bords de cette gloire sont d'un rouge jaunâtre très pâle ; le fond, surtout au-dessus du Soleil, et depuis 3^h jusqu'au coucher, est d'une blancheur bleuâtre, presque éblouissante, partant beaucoup plus brillante que le fond voisin du ciel, ce qui exclut l'idée d'un halo. Le phénomène rappelle, dans cette seconde phase, l'apparence de la lumière zodiacale.

» Une demi-heure après le coucher du Soleil, la coloration rouge du ciel s'est montrée avec une grande splendeur. Qu'il me soit permis de signaler, à ce propos, un fait qui est en désaccord avec l'observation de M. de Gasparin : c'est que, depuis le 27 novembre, le centre de cette coloration s'est montré, invariablement, à gauche du plan vertical passant par le Soleil.

» Les courants telluriques, dont je poursuis l'observation depuis longtemps, n'en ont été nullement influencés. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Catastrophe du Krakatoa; vitesse de propagation des ondes liquides.* Note de M. **Erington de la Croix**, présentée par M. de Quatrefages.

« Thaipeng-Pérak, 15 novembre 1883.

» L'éruption du Krakatoa a coûté la vie à 50 000 personnes. ... Au moment de l'explosion finale du volcan, il s'est formé dans le détroit une vague gigantesque, qui a ravagé les deux côtes de Java et de Sumatra. Le phénomène s'est produit le 27 avril, à midi moins quelques minutes.

» Or le même jour, à $1^h 30^m$ de l'après-midi, il se produisait, en divers points de la côte de Ceylan, entre autres à Pointe-de-Galles, à Krakatoa et à Batticaloa, un retrait considérable de la mer, suivi d'une marée assez haute.

» Les deux points sont séparés par 3000^{km} d'Océan. Le mouvement moléculaire s'est donc transmis avec la rapidité vertigineuse de 2000^{km} à l'heure, soit une vitesse de 550^m environ par seconde. Cette vitesse est supérieure de 210^m à celle de la transmission du son dans l'air.

» Des renseignements précis, que je reçois de l'île Maurice, permettent de contrôler ces chiffres. Le phénomène s'est également fait sentir dans ces parages éloignés. La distance entre Maurice et le détroit de la Sonde est de 5500^{km}. Un retrait de l'Océan s'est produit à $2^h 15^m$ de l'après-midi, tout aussi remarquable qu'à Ceylan. Le calcul donne pour la vitesse de transmission le même résultat de 550^m par seconde.

» Ces observations ont d'autant plus de poids que les habitants de Ceylan et de Maurice ne pouvaient en aucune façon être informés de la catastrophe qui venait de se produire. Je crois donc que ces faits fournissent une base très sérieuse pour une évaluation certaine de la rapidité de propagation des ondes liquides. »

M. **Daubrée**, après la lecture de cette Note, fait l'observation suivante :

« La comparaison des heures où la mer a été exceptionnellement agitée sur des localités très éloignées les unes des autres, le 27 août 1883, a donné lieu à des calculs, d'où l'on a déduit que la vitesse de translation des mouvements, à travers les masses liquides, avait été extrêmement grande.

» Mais il importe de garder une certaine réserve, au moins quant à présent, sur la valeur des conclusions relatives à ces *tremblements de mer*.

» On a supposé, en effet, que ces mouvements de translation ont eu un point de départ unique, qui serait aux environs du volcan Krakatoa. Or, rien ne prouve qu'il en soit ainsi et qu'en dehors du lieu d'ébranlement constaté sur la terre ferme par de si violents cataclysmes, il n'y ait pas eu simultanément, dans le fond de la mer et sous une couche marine plus ou moins épaisse, d'autres points qui auraient été aussi ébranlés; en un mot, que le bassin de l'Océan n'ait pas lui-même participé sur beaucoup de points au tremblement de terre du détroit de la Sonde.

» S'il est des tremblements de terre de dimension très restreinte, en même temps que très violents, il en est d'autres, plus rares, il est vrai, qui se sont fait ressentir, dans les continents, sur des espaces fort considérables. Ainsi, on sait que le 1er novembre 1755, en même temps que le sol des environs de Lisbonne était fortement secoué, un ébranlement se faisait sentir, non seulement dans une partie de l'Europe, mais en Afrique et dans la partie orientale des deux Amériques. Si ce tremblement de terre n'avait pas dépassé, vers l'ouest, les limites de l'Atlantique, on aurait ignoré, sans doute, sa grande extension, et l'agitation qu'il a fait subir à l'Océan aurait pu être attribuée, à tort, à une seule impulsion émanant du Portugal.

» D'après les nombreux archipels volcaniques qui surgissent au sein de l'océan, même au milieu des plus grandes profondeurs, il est bien probable que les fonds des mers ne sont pas moins sujets aux tremblements de terre que les régions émergées. Au contraire, il y a tout lieu de croire que les parties très basses et submergées de l'écorce terrestre y sont plus exposées que les proéminences continentales; la vapeur d'eau à haute tension, cause probable de ces agitations souterraines, paraît, en effet, pouvoir s'y produire plus facilement, par suite d'infiltrations des eaux marines. »

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 décembre 1883.

Mémoires publiés par la Société nationale d'Agriculture de France, t. CXXVIII. Paris, au siège de la Société et chez J. Tremblay, 1883; in-8°.

Cours de Minéralogie; par A. de Lapparent; fasc. II. Paris, F. Savy, 1883; in-8°. (Présenté par M. Des Cloizeaux.)

Art militaire sous-aquatique. Les torpilles; par le major H. de Sarrepont. 3e édition, avec supplément. Paris, Beaudoin et Cie, 1883; in-8°.

Recherches sur la force absolue des muscles des Invertébrés, 1re Partie; *par* M. F. Plateau. Bruxelles, imp. F. Hayez, 1883; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Gr. Faure. *L'œuf de Christophe Colomb. Postulatum d'Euclide et trisection de l'angle*. Paris, Palmé, 1883; br. in-8°. (Quatre exemplaires.)

Effet de soleil ou aurore? par P. Picard. Grenoble, imp. Baratier, 1883; br. in-8°.

Constitution médicale de Cannes pendant l'année 1882-83; *par le* Dr Bernard. Paris, O. Doin, 1883; br. in-8°.

Huit Lettres inédites du P. Claude Jaquemet, de l'Oratoire, publiées par A. Marre. Rome, imp. des Sciences mathématiques et physiques. (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique. Histoire naturelle des Mollusques vivants et fossiles; par le Dr P. Fischer, fasc. VI. Paris, F. Savy, 1883; in-8°.

Memoirs of the geological Survey of India, vol. XXII. Calcutta, 1883; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 17 décembre 1883.)

Page 1421, formules (5), *au lieu de* $e^{\frac{n\pi x i}{K}}$, *lisez* $e^{\frac{\pi x i}{K}}$.

(Séance du 24 décembre 1883.)

Page 1468, observation du 18 décembre. Ascension droite, *lire* $20^h 7^m 13^s,74$. Déclinaison, *lire* $+ 38°35'28'',5$.

FIN DU TOME QUATRE-VINGT-DIX-SEPTIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1883.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME XCVII.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

T

V

W

Y

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
9036 Paris. — Quai des Augustins, 55.